

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій

*Дипломна магістерська робота*

на тему Модель системи автоматичного контролю та сигналізації обриву  
нитки на підприємстві

Виконав: студент групи МгАк-20

спеціальності

151 - Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології

за освітньою програмою

Комп'ютерно-інтегровані

технологічні процеси і виробництва

Владислав ОЛІЙНИК

Керівник к.ф.-м.н., доц. Юрій ПИЛИПЕНКО

Рецензент д.т.н., проф. Віктор ЧУПРИНКА

Київ - 2021

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**  
**Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій**

**Кафедра інформаційних та комп'ютерних технологій**

**Спеціальність 151 - автоматизація та комп'ютерно - інтегровані**  
**технології**

**Освітня програма – комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та**  
**виробництва**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІКТ

\_\_\_\_\_ Наталія ШИБИЦЬКА

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

### **З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
**Олійнику Владиславу Валентиновичу**

1. Тема роботи «Модель системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на підприємстві», науковий керівник роботи Пилипенко Юрій Миколайович, к.ф.-м.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від 4 жовтня 2021 року, № 286-уч.
2. Строк подання студентом роботи - 09 грудня 2021 р.
3. Вихідні дані до роботи: натяг нитки, який може лежати у межах (0 грам..750 грам); якщо нитка рветься, то натяжіння дорівнює 0 грам; час реагування не більше 0,5 секунд.
4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Розділ 1. Аналіз проблеми обриву нитки та дослідження існуючих датчиків контролю натягу нитки. Розділ 2. Інформаційне підґрунтя для реалізації моделі. Розділ 3. Створення моделі за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino UNO. Розділ 4. Можливість використання створеної моделі для промислового використання. Загальні висновки.

## 5. Консультанти розділів роботи ( проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Пилипенко Ю.М., доцент		
Розділ 1	Пилипенко Ю.М., доцент		
Розділ 2	Пилипенко Ю.М., доцент		
Розділ 3	Пилипенко Ю.М., доцент		
Розділ 4	Пилипенко Ю.М., доцент		
Висновки	Пилипенко Ю.М., доцент		

6. Дата видачі завдання 1 жовтня 2021р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів.	Примітка
1	Вступ	15.10.21	
2	Розділ 1. Аналіз проблеми обриву нитки.	27.10.21	
3	Розділ 2. Інформаційне підґрунтя для реалізації моделі.	02.11.21	
4	Розділ 3. Створення моделі системи контролю.	15.11.21	
5	Розділ 4. Можливість використання моделі на підприємстві.	22.11.21	
6	Висновки	27.11.21	
7	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	28.11.21	
9	Здача магістерської роботи на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	01.12.21	
10	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	03.12.21	
11	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	08.12.21	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Владислав ОЛІЙНИК**

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Юрій ПИЛИПЕНКО**

(прізвище та ініціали)

Директор НМЦПФ

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Олена ГРИГОРЕВСЬКА**

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### **Олійник В.В. Модель системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на підприємстві. Рукопис.**

Дипломна магістерська робота за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено дослідженню системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки при її пошкодженні чи неправильному натязі. Розглядається моделювання системи, яка буде здійснювати не тільки контроль обриву нитки, а і контролювати якість натягу нитки й сигналізувати оператора при її неправильному натязі.

Результатом проведеної роботи є розроблена модель системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, яка може бути інтегрована в станки текстильного виробництва малих та середніх підприємств, яка є доступною за ціною.

*Ключові слова: система автоматичного контролю, мікроконтролер, модель, датчик обриву.*

## АННОТАЦИЯ

### **Олейник В.В. Модель системы автоматического контроля и сигнализации обрыва нити на предприятии. Рукопись.**

Дипломная магистерская работа по специальности 151 –«Автоматизация и компьютерно - интегрированные технологии», Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, 2021 год.

Дипломная магистерская работа посвящена исследованию системы автоматического контроля и сигнализации обрыва нити при ее повреждении или неправильном натяжении. Рассматривается моделирование системы, которая будет производить не только контроль обрыва нити, но и контролировать качество натяжения нити и сигнализировать оператора при ее неправильном натяжении.

Результатом проведенной работы является разработанная модель системы автоматического контроля и сигнализации обрыва нити, которая может быть интегрирована в станки текстильного производства малых и средних предприятий, доступной по цене.

*Ключевые слова: система автоматического контроля, микроконтроллер, модель, датчик обрыва.*

## ANNOTATION

### **Oliynyk V.V. Model of the system of automatic control and signaling of thread breakage at the enterprise. Manuscript.**

Master's thesis in specialty 151 - "Automation and computer-integrated technologies", Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2021.

The master's thesis is devoted to the study of the system of automatic control and signaling of thread breakage in case of damage or incorrect tension. The modeling of a system is considered, which will not only control the thread breakage, but also control the quality of the thread tension and signal the operator if it is incorrectly tensioned.

The result of this work is a developed model of a system for automatic control and signaling of thread breakage, which can be integrated into textile machines of small and medium-sized enterprises at an affordable price.

*Key words: automatic control system, microcontroller, model, break sensor.*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	9
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ОБРИВУ НИТКИ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДАТЧИКІВ ОБРИВУ НИТКИ</b> .....	12
1.1 . Основні причини обриву ниток .....	13
1.2 . Існуючі датчики обриву нитки.....	17
1.3 . Система датчиків контролю якості полотна.....	21
Висновки до розділу 1 .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ПІДГРУНТЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ</b> ..	24
2.1. Опис платформи Arduino .....	24
2.2. Технічні характеристики плати Arduino UNO .....	26
2.3 Використання макетної плати .....	29
2.4.Основні переваги використання платформи.....	31
2.5. Перспективи використання Arduino .....	32
2.6. Метод тензометрії.....	32
2.7. Тензорезистор і його будова.....	35
Висновки до розділу 2 .....	37
<b>РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ ОБРИВУ НИТКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ПЛАТИ ARDUINO UNO</b> .....	38
3.1. Датчик згину FLEX 2.2 та його характеристики .....	38
3.2. Підключення датчика згину Flex 2.2 .....	40
3.3. Програмна реалізація підключення до аналогового входу .....	44
3.4. Підключення індикаторів сигналізації .....	45
3.5. Програмна реалізація підключення індикації.....	46
3.6. Розрахунок числових порогів спрацювання сигналізації.....	48
3.7. Система автоматичного контролю та сигналізації обриву однієї нитки .....	50
3.8. Система автоматичного контролю та сигналізації обриву шістьох ниток .....	54

Висновки до розділу 3 .....	57
<b>РОЗДІЛ 4. МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ .....</b>	<b>58</b>
4.1. Основні частини швейної машини .....	58
4.2. Особливості датчика контролю та сигналізації обриву нитки вітчизняної швейної машини .....	60
4.3. Можливість використання системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на швейних машинах .....	63
4.4. Можливість використання автоматичної системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на промислових станках .....	69
Висновки до розділу 4 .....	74
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>75</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>76</b>
<b>ДОДАТОК А .....</b>	<b>80</b>
<b>ДОДАТОК Б .....</b>	<b>81</b>



## ВСТУП

**Актуальність теми магістерської дипломної роботи.** У зв'язку з збільшенням кількості населення, зростає попит на речі та послуги, що задовольняють людські потреби. Будуються нові супермаркети та школи, відкриваються сучасні торгові центри та лікарні, створюються новітні заводи та фабрики. Створюються все більш кращі технології, щоб полегшити наше життя.

Раніше, щоб кравчиня завершила пошиття сорочки, їй потрібно було декілька днів, а сучасна швачка шиє понад 100 сорочок за день.

Лише в Україні функціонує понад 10 тис. підприємств легкої промисловості, з них у текстильній промисловості – близько 2,5 тис., з виробництва готового одягу і хутра – близько 6 тис., шкіри і шкіряного взуття – близько 1,5 тис.

Легка промисловість в Україні поступово нарощує свою потужність та показники її впевнено зростають протягом останніх років

Продукція легкої промисловості йде на задоволення потреб населення, забезпечуючи його тканинами, одягом, взуттям та іншими предметами споживання, а також використовується в інших галузях промисловості у вигляді сировини і допоміжних матеріалів. Найбільш тісні зв'язки легка промисловість має із хімічною промисловістю та сільським господарством – одними із основних постачальників сировини для цієї галузі. Галузь складається з 17 підгалузей, має потужний виробничий потенціал, котрий здатний створювати широкий спектр товарів великого спектру вживання і промислового призначення.

Це все досягається завдяки потужному обладнанню, котре продуктивно може працювати декілька тижнів без зупинки.

Основною проблемою галузі є висока залежність від імпортних матеріалів та комплектуючих (сировини), таких як ниток, тканини (передусім

із бавовни та льону), шкіри, вовни. Виникає питання, невже українські підприємці не в змозі налагодити власне виробництво матеріалів, передусім ниток та тканин?

Це все пов'язано з великою вартістю промислового обладнання. Підприємцям простіше купувати сировину з-за кордону, ніж налагодити його власне виробництво. Сучасні станки коштують занадто дорого, адже у них застосовуються дорогі та надійні комплектуючі, які зможуть забезпечити безперебійну роботу станка та високу якість продукції на виході.

В даній роботі буде розглянуто концепцію автоматичного контролю за натягом та обривом нитки за допомогою простішого та дешевшого програмного та апаратного забезпечення.

**Мета досліджень.** Метою роботи є дослідження сучасних систем контролю обриву нитки при вишиванні, виробництві нитки, перемотці ниток, оверлкові з подальшим удосконаленням цих систем.

**Завдання досліджень:**

- проаналізувати існуючі системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки;
- дослідити методи фіксації правильного, неправильного натягу нитки;
- аналіз недоліків існуючих методів фіксації обриву нитки;
- вибір оптимального методу фіксації обриву нитки;
- розробка системи для обробки сигналу обриву нитки на основі вибраного методу;

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом дослідження є процес автоматизації в системах контролю та системи оповіщення про розрив або неправильний натяг нитки.

**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є методи фіксації обриву нитки на вишивальних, прядильних, швейних, перемотувальних машинах та станках.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використовувались метод аналізу існуючих датчиків контролю обриву нитки, метод програмування, метод моделювання при побудові системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на базі мікроконтролера та метод цифрової обробки сигналів.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у тому, що була розроблена система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, яка основана на методі тензометрії, створена за допомогою мікропроцесорної плати Arduino.

**Практичне значення одержаних результатів.** Простота створеної системи дозволить використовувати її у багатьох апаратах текстильного виробництва, також ця система є економічно вигідною, що у свою чергу покращить рентабельність підприємств на яких буде застосовуватись ця система.

**Апробація результатів магістерської дипломної роботи.** Основні положення та результати роботи були представлені та обговорені на V Міжнародній науково-практичній конференції «Мехатронні системи: інновації та інжиніринг» - «MSIE-2021 (КНУТД, Київ, 4 листопада 2021р.).

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ОБРИВУ НИТКИ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДАТЧИКІВ ОБРИВУ НИТКИ**

Якість і конкурентоздатність продукції, зокрема тканин, значною мірою залежить не тільки від сировини, що використовується, але і від обладнання, на якому ця продукція проводиться. Для виготовлення високоякісних тканин необхідне сучасне високотехнологічне обладнання. З цією метою ведучі закордоні і вітчизняні компанії модернізують існуюче і розробляють сучасне обладнання нового покоління для ткацького виробництва [1-3].

При розробці ткацького обладнання основні зусилля конструкторів направлені на зменшення простоїв по технологічних і механічних причинах.

У останні роки тенденція вдосконалення ткацьких станків полягала у удосконаленні їх конструкції з метою:

- збільшення надійності роботи;
- зменшення витрат на рухову енергію;
- розширення асортиментних можливостей;
- зменшення відносної ціни;
- підвищення рівня автоматизації управління станком;
- зменшення витрат при виробітку тканин.

Промислові вишивальні машини перероблюють одночасно кілька тисяч ниток в трикотажне полотно. При обриві хоча б однієї з ниток на полотні з'являється дефект, і якщо пристрій не зупинити, то розмір дефекту буде збільшуватись. Тому є необхідність в швидкій та безпечній зупинці машини, у випадку обриву однієї або декількох ниток. Є пристрої, які автоматично зупиняють вишивальні машини у випадку обриву нитки. Одні з них працюють, використовуючи оптичний сигнал, створеним світловим потоком який пройшов крізь полотно, або таким що відбився від полотна. Очевидно, що оптичні властивості суцільних ділянок, так і дефектних ділянок полотна будуть різними. До того ж, властивості залежатимуть також і від властивостей сировини, від типу переплету.

Звідси випливає що для кожного типу полотна властиві в різні параметри оптичного сигналу [4]. Крім того, в залежності від типу пряжі та переплету, буде змінюватись і час в'язального процесу.

Через це персонал повинен в разі зміни артикулу полотна або через зміну технологічних обставин під час експлуатації змінювати вхідні параметри, тобто переналаштувати вишивальний процес .

Невчасне переналаштування може призвести до порушення нормальної роботи пристрою, а саме:

- помилкового спрацювання при відсутності обриву ;
- неспрацювання в разі обриву нитки;

Відповідно ці порушення знижують експлуатаційні властивості машини [5].

### **1.1. Основні причини обриву ниток**

Причини обриву верхньої нитки:

- Неправильне налаштування натягу. Перевірте налаштування натягу верхньої нитки. Часто причиною обривів може бути занадто сильний натяг.
- Неправильне заправлення може спричинити обрив нитки. У такому разі повторіть заправку верхньої нитки відповідно до посібника користувача.
- Неякісна верхня нитка. Якщо обрив з'явився після зміни верхньої нитки, поміняйте її на катушку, з якою ви працювали до виникнення проблем. Якщо обрив після тривалих робіт не спостерігається – придбайте вишивальні нитки іншої партії або поміняйте виробника.
- Сіточка для ниток. З віскозною ниткою часто пов'язані проблеми обриву у початківців. Нитки буквально «злітають» з катушок. Виправляється проблема легко та просто. Надягніть на катушку з ниткою спеціальну сітку (рис 1.1) і зменшіть швидкість вишивання [6].



Рис. 1.1 Сітка на катушку з нитками

- **Металізована нитка.** Під час роботи з цією ниткою використовуйте спеціальну сітку, встановіть голку для металізованої нитки, а також зменшіть швидкість вишивання. Голка для металізованої сітки має більше вушко, що дозволяє з меншим опором проходити нитці.

Обрив нижньої нитки:

- **Неправильна заправка нижньої нитки в швейну машину.** Неправильний розмір шпульки. Подібна проблема досить часто виникає у початківців. Перевірте за інструкцією, який тип шпульки рекомендований для вашої машини.

- **Неправильне намотування** може спричинити обрив нижньої нитки. У цьому випадку видаліть нитку зі шпульки і заново намотайте.

- **Неправильна заправка шпульки** одна із частих випадків обриву нитки. Уважно прочитайте розділ інструкції до вашої вишивальної машини, по установці та заправці шпульки, та проведіть заправку у суворій відповідності до інструкції.



Рис. 1.2 Приклад неправильної заправки шпульки

- Товщина нитки. Деякі швейно-вишивальні та вишивальні машини не «хочуть» працювати з дуже тонкою шпульною ниткою. В цьому випадку візьміть більш товсту нитку. Усі вишивальні та швейні нитки мають такий параметр як товщина, що визначається за номером. Чим більше номер – тим тонша нитка і навпаки. Приклад: Нитка №200 тонша за нитку №30 [7].

#### Обрив нитки через стабілізатор

- Клейові частинки, налипаючи на голку та нитку, стримують рух під час шиття, що призводить до урвищ. У цьому випадку зупиніть вишивку, очистіть голку за допомогою спирту і перезаправте верхню нитку. Проводьте цю операцію щоразу при повторенні урвищ, доки закінчите вишивку. Надалі не використовуйте цей тип клейового стабілізатора або клею-спрею при вишиванні.

В інтернеті існує безліч порад щодо нестандартного застосування різних матеріалів. Сюди можна віднести застосування двостороннього скотчу та швейних стабілізаторів, які не є спеціалізованими матеріалами та можуть викликати обриви..

Якщо очищення голки не допомагає та нитка продовжує рватися. Зупиніть вишивку та змініть стабілізатори [8].

- Погнута голка, задирки і сама голка, що затупилося, можуть стати причиною обриву. У цьому випадку замініть голку на нову.
- Обрив може викликати неправильно підібраний тип голки під конкретну тканину. Детальну інформацію щодо вибору голки потрібно дивитись у посібниках до використання.

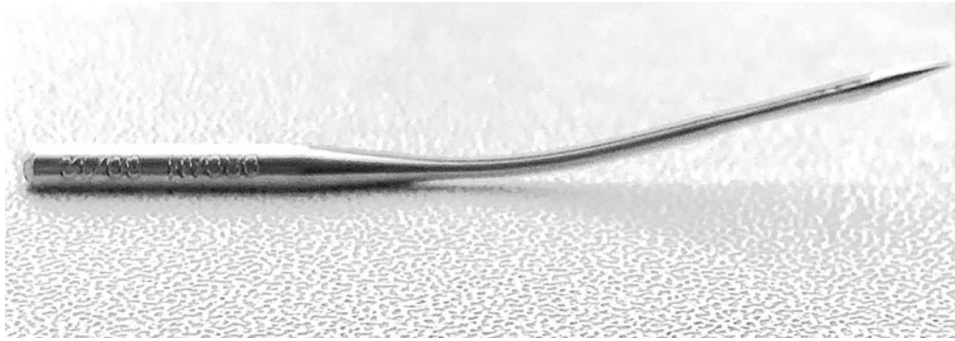


Рис. 1.3 Погнута голка, причина обриву нитки

#### Обрив нитки через човниковий пристрій

- У багатьох вишивальних машинах човниковий ковпачок для вишивки відрізняється від ковпачка для шиття. Якщо виникла проблема обриву, перевірте, який човниковий ковпачок ви використовуєте.
- Зазубрини на човниковому ковпачку – найчастіша причина обриву нитки. Потрібно вийняти човниковий ковпачок і оглянути його. При виявленні зазубрин або подряпин відполіруйте їх дрібним абразивним папером. По можливості купіть новий човниковий ковпачок .
- До обриву нитки можуть призводити подряпини на пластині, що виникають, як правило, від удару голки. Огляньте пластину зверху і знизу, і якщо на ній є подряпини і зазубрини, потрібно замінити її на нову [9].



## 1.2. Існуючі датчики обриву нитки

Розглянемо більш детально існуючі датчики обриву нитки, які розташовані саме перед вишивними механізмами, звернемо увагу на їх властивості та принцип роботи.

На сучасні станки переважно комплектують оптичні датчики. Вони суттєво відрізняються за будовою між собою, та дивлячись на те, що вони оптичні, відрізняються за принципом дії.



Рис. 1.4 Датчик обриву нитки

На рисунку 1.4 зображено датчик обриву нитки для вишивальної приставки машини Delta Professional.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики датчика

Відстань спрацювання (мм)	-
Час затримки (мс)	5..1000
Робоча напруга (В)	12..24
Споживчий струм (мА)	30
Вага (г)	105
Робоча температура (°C)	0..45

Принцип дії у цього пристрою доволі простий: нитки затягується у регулятор натягу нитки , після цього нитку протягують через шпулю і далі в кільце. Підбравши потрібний натяг нитки пристрій починає свою роботу. Коли нитка йде то шпуля крутиться, відповідний сигнал йде на керуючий пристрій. Як тільки нитка розривається, шпуля перестає крутитись і сигнал перестає йти на керуючий пристрій, відповідно пристрій сигналізує про обрив нитки [10].

Серед плюсів датчика можна назвати простотою конструкції. Серед мінусів це підшипник шпулі та відстань між підшипником та шпулею. Ці місця забиваються ворсом, яким облітає з ниток, що призводить до пришвидшеного виходу з ладу пристрою.

Розглянемо інший варіант:



Рис. 1.5 Датчик обриву нитки

На рис. 1.5 зображено датчик обриву нитки FW16.

Він використовується на текстильних, жакардових та в'язальних станках.

Датчик обриву нитки являє собою динамічний світловий бар'єр односторонньої дії. Пристрій контролю обриву нитки FW16 відрізняється від інших подібних пристроїв дуже високою вірогідністю розпізнання обриву і відсутності помилкових повідомлень. Це досягається завдяки спеціальній технології оптичного розпізнавання і алгоритму обробки сигналу пучка світла в секторі якого знаходиться контрольована нитка [12].

Таблиця 1.2

## Технічні характеристики датчика

Відстань спрацювання (мм)	10
Частота пульсації (Гц)	70
Робоча напруга (В)	18..30
Споживчий струм (мА)	До 55
Вага (г)	54
Робоча температура (°C)	0..55

Перевагою є швидкість спрацювання, та можливість не накопичування ворсу на зчитуючих елементах, що зменшує вірогідність помилкового спрацювання.

Серед недоліків його ціна (понад 32\$) та малий перелік станків, на котрі його можна встановити [11].

На рис. 1.6 можна побачити більш універсальний датчик.

Датчик використовується на панчішно-шкарпеткових та круглов'язальних станках. Компактність пристрою, дозволяє використовувати більшу їх кількість, а універсальності надає його будова.

На пристрої присутній датчик, який контролює обрив нитки, натягувач нитки (пристрій натягу нитки), керамічні вставки, які дозволяють нитці легко проходити через них з відсутністю пошкоджень нитки, індикатори, які

відстежують обрив у реальному часі, та відразу сповістять оператора про його наявність.

Принцип роботи у нього як і в попереднього, але цей датчик більш сучасний, і створений більш компактно.



Рис. 1.6 Датчик контролю обриву нитки SEA-11

Перевагою цього датчика є те, що після встановлення датчики проходять процес "навчання" на першому виробі. При обриві пряжі чи будь-якому відхиленні в процесі в'язки від тестового зразка, дається команда на зупинку автомата [13].

Технічні характеристики датчика

Відстань справцювання (мм)	7
Частота пульсації (Гц)	80
Робоча напруга (В)	12..24
Споживчиц струм (мА)	35
Вага (г)	85
Робоча температура (°С)	0..60

### 1.3. Система датчиків контролю якості полотна

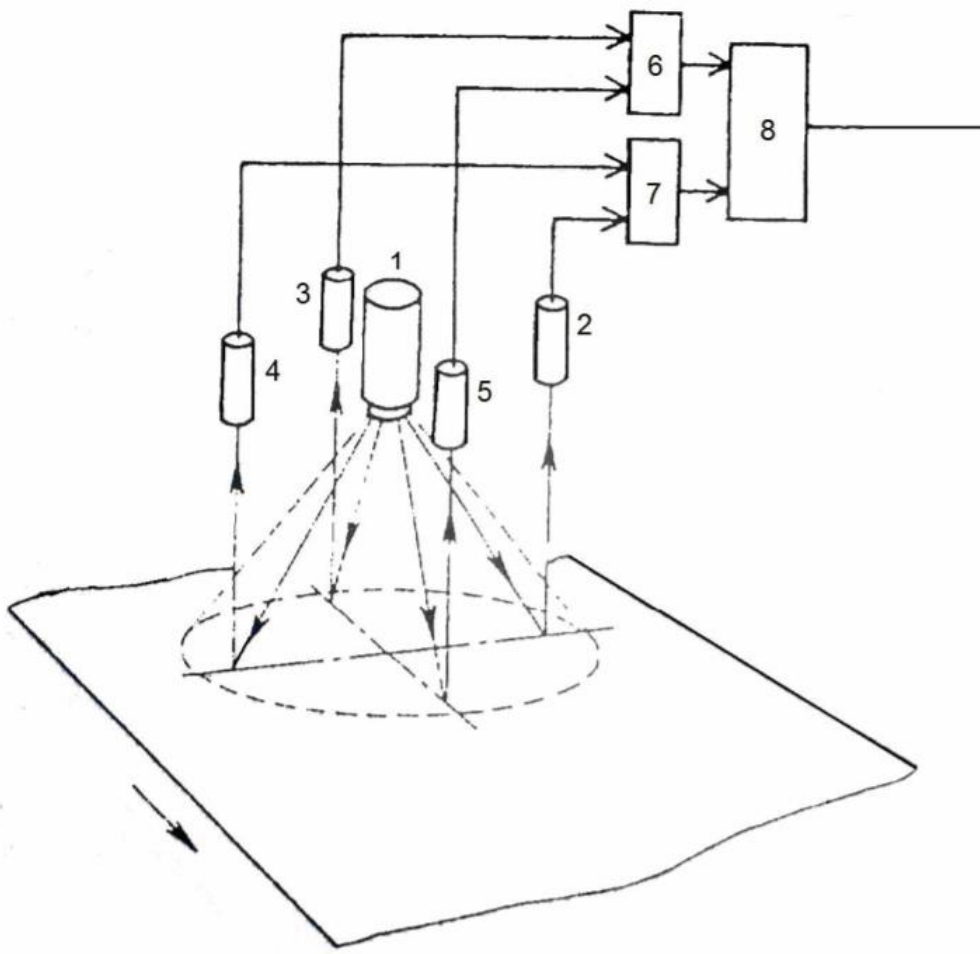


Рис. 1.7 Система датчиків контролю якості полотна

Опираючись на роботи В.А. Полонського, В.Б. Дроменко, В.П.

Чефранова стає зрозуміло, що пристрій для контролю дефектів полотна в разі

обриву нитки працює наступним чином. Каретка з фотоперетворювачами 2, 3, 4 та 5 сканує полотно в напрямку, перпендикулярному напрямку руху полотна. Фотоперетворювачі 2, 3, 4 та 5 сприймають відбитий від полотна світловий потік, який створений освітлювачем 1. В разі появи на полотні дефекту в колах фотоперетворювачів 2, 3, 4 та 5 змінюється струм і тим самим утворюються сигнали, які потрапляють на входи суматорів 6 та 7. Вихідні сигнали суматорів 6 та 7 поступають на вхід блоку віднімання 8, в результаті чого на його виході утворюється корисний сигнал, який поступає на вхід випрямляча [5].

Основною проблемою даної системи є те, що вона зупинить процес після того, як буде вже зіпсоване полотно, тобто потрібна буде участь персоналу в тому щоб видалити шматок зіпсованого полотна. Особисто для мене незрозуміла подальша участь зіпсованого полотна у виробництві.

Якщо обрив відбудеться на середині рулону, то потрібно буде або зшивати, або починати спочатку, що є часо- та ресурс затратним.

## **Висновки до розділу 1**

1. В першому розділі була проаналізована причина, через яку нитки рвуться.
2. Проаналізовані існуючі датчики контролю обриву нитки. Були розглянуті характеристики датчиків обриву нитки. Виділено основні переваги та недоліки датчиків контролю обриву нитки.
3. Розглянута доцільність використання системи датчиків контролю якості полотна.

## РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНЕ ПІДГРУНТЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ

В даний час існує безліч мікроконтролерів і платформ, які дозволяють здійснювати симуляцію управління різними технологічними процесами. Більшість цих пристроїв об'єднують розрізнену інформацію про програмування і укладають її у просту для використання збірку. Компанія Arduino (Італія), у свою чергу, теж спрощує процес роботи з мікроконтролерами, проте забезпечує ряд переваг перед іншими пристроями завдяки своїй простоті і зрозумілості в користуванні. Для викладачів, студентів і любителів платформи Arduino, платформа може стати основним елементом для дослідження завдань в областях механіки і робототехніки [14].

У дипломній роботі буде моделюватись система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, основним компонентом якої буде тензодатчик, а саме датчик згину Flex 2.2. Тензодатчик потрібний нам для того, щоб використати його у ролі датчика, який буде контролювати натяг і обрив нитки. Що таке тензодатчик, його будову, і на основі якого явища побудований цей датчик буде розповідатись згодом.

Метою цього розділу є аналіз можливостей апаратної обчислювальної платформи Arduino, ознайомлення з функціональним описом і технічними характеристиками мікропроцесорної плати Arduino UNO.

### 2.1. Опис платформи Arduino

Arduino - це електронний конструктор, зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв для новачків та професіоналів. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності та простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі та простоті написання програмного коду. Плата Arduino складається з мікроконтролера та елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими схемами.



Ця платформа призначена для аматорського конструювання з використанням відкритого програмного коду, побудована на простій друкованій платі, з сучасним середовищем для написання програм. На платі присутній лінійний стабілізатор напруги +5 В або +3,3 В. Тактування здійснюється на частотах 8, 16 або 87 МГц кварцовим резонатором. В мікроконтролер попередньо прошивається завантажувач Boot-Loader, тому зовнішній програматор не потрібен. На концептуальному рівні всі плати програмуються через стандарт інтерфейсу обміну даними RS-232 [15].

Інтегроване середовище розробки Arduino — це широкоформатний додаток, що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі прошивки в платі. Середовище розробки засноване на мові програмування Processing і спроектована для програмування новачками та новаторами. Строго кажучи, це мова C ++, доповнена деякими бібліотеками.

Існує декілька версій платформ Arduino. Версія Leonardo, базується на мікроконтролері ATmega32u4. Версії Uno, Nano, Duemilanove побудовані на мікроконтролері ATmega328. Старі версії платформи Diecimila (перше покоління плати Duemilanove) була розроблена на основі Atmel ATmega168. Arduino Mega2560, своєю чергою, побудована на мікроконтролері ATmega2560. А останні версії, Arduino Due, є одними з найпопулярніших і широко використовується для невеликих проектів.

Таблиця 2.1

## Порівняльна таблиця плат Arduino

Arduino	Процесор Atmel		Флеш-пам'ять,	SRAM	Двійкові	ШІМ	Аналогові	Розміри,
	Вил	Тактова частота, МГц	КБ	КБ	ВХОДИ/ВХОДИ	ВХОДИ	ВХОДИ	мм
Nano	ATmega168 or ATmega328	8	16/32	1	14	6	8	43 × 18
Diecimila	ATmega168	16	16	1	14	6	6	68,6 × 53,3
Uno	ATmega328P	16	32	2	14	6	6	68,6 × 53,3
Leonardo	Atmega32u4	16	32	2	14	6	12	68,6 × 53,3
Mega2560	ATmega2560	16	256	8	54	14	16	101,6 × 53,3
Due	SAM3X8E ARM Cortex-M3	87	512	256	54	12	12 + 2ЦАП	101,6 × 53,3

## 2.2. Технічні характеристики плати Arduino UNO

Плата Arduino Uno комплектується ATmega328. Плата має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кварцевий генератор 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм.

Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї. На рисунках представлений загальний вигляд плати та спрощена принципова схема. В таблиці 2.2 наведені технічні характеристики [16].



Рис. 2.1 Загальний вигляд плати Arduino Uno

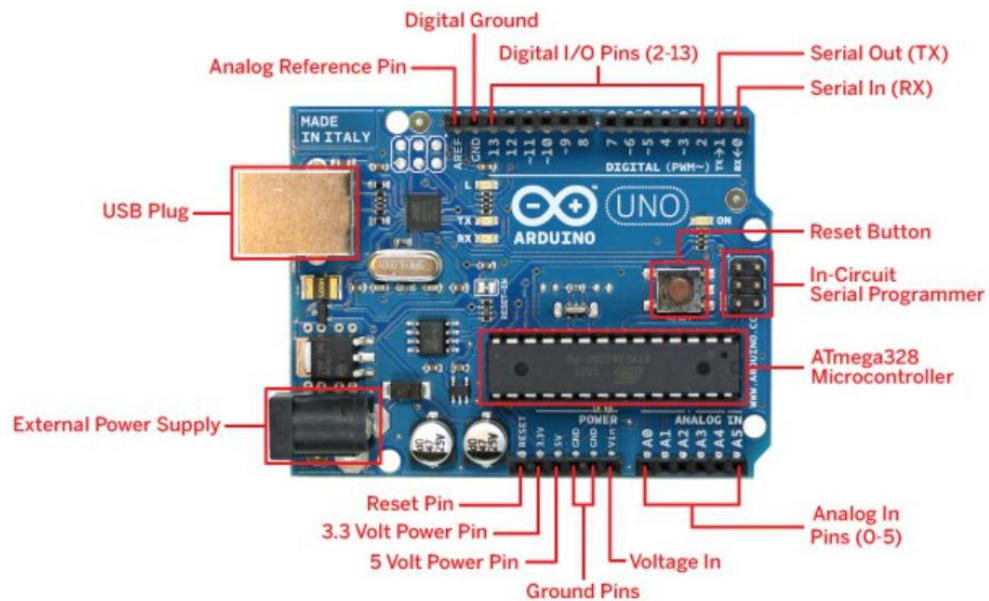


Рис. 2.2 Спрощена принципова схема

Таблиця 2.2

## Технічні характеристики Arduino Uno

Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
Вхідна напруга (максимальна)	6-20 В
Цифрові Входи/Виходи	14
Аналогові входи	6
Постійний струм через вхід/вихід	40 мА
Флеш-пам'ять	32 Кб, з якої 0,5 Кб виділено для завантажувача
ОЗУ	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Тактова частота	16 МГц

На платі є 6 аналогових входів (A0-A5), кожен з яких може представити аналогову напругу у вигляді 10-бітного числа (1024 різних значення). За замовчуванням вимірювання напруги здійснюється у діапазоні від 0 до 5 В. Проте верхню межу цього діапазону можна змінити, використовуючи вихід

AREF та функцію `analogReference()`. Деякі з аналогових входів мають додаткові функції.

Також Arduino має 14 цифрових виходів(**D0-D13**). Це означає, що ви можете зчитувати та подавати на них лише два види сигналів: HIGH та LOW. За допомогою ШІМ також можна використовувати цифрові порти для керування потужністю підключених пристроїв. Всі виходи пов'язані з внутрішніми підтягуючими резисторами (за замовчуванням відключеними) номіналом 20-50 кОм.

VIN. Напруга, що надходить Arduino безпосередньо від зовнішнього джерела живлення (не пов'язане з 5В від USB або іншою стабілізованою напругою). Через цей вихід можна подавати зовнішнє живлення, так і споживати струм, коли пристрій живиться від зовнішнього адаптера.

5V. На вихід надходить напруга 5В від стабілізатора напруги на платі, незалежно від того, як підключено пристрій: від адаптера (7 - 12В), від USB (5В) або через вихід VIN (7 - 12В). Подавати живлення на шилди через виходи 5V або 3V3 не рекомендується, оскільки в цьому випадку не використовується стабілізатор напруги, що може призвести до виходу ладу пристрою [17].

3V3. 3.3В, що надходять від стабілізатора напруги на платі. Максимальний струм, який споживається від цього виходу, становить 50 мА GND. Вихід землі.

AREF. Аналогові посилення. Напруга, підключена до виходу AREF, конвертується АЦП, і потім, визначається значення напруги, при якому АЦП видає найвище цифрове значення, тобто 1023. Інші значення напруги, що надходять в АЦП, конвертуються пропорційно. Таким чином, при налаштуванні DEFAULT 5 значення напруги 2.5 В в АЦП конвертується в 512.

### Пам'ять в Arduino

Плата Arduino оснащена флеш-пам'яттю 32 КБ, 2 КБ якої зарезервовано для bootloader. Завдяки йому, ми можемо прошивати Arduino через USB зі звичайного комп'ютера. Ця пам'ять постійна і не змінюється під час роботи пристрою. Вона зберігає пов'язані статичні ресурси та програми.

SRAM - тип пам'яті, розміром 2КВ,призначена для зберігання тимчасових даних, наприклад змінні програм. Фактично, це оперативна пам'ять платформи. Пам'ять SRAM при знеструмленні очищається.

Існує також 1КБ пам'яті EEPROM для тривалого зберігання. Це еквівалент жорсткого диска для Arduino.

EEPROM – постійний запам'ятовувач, що програмується та очищується за допомогою електрики, один з видів енергонезалежної пам'яті. Пам'ять такого типу може очищуватися та заповнюватися інформацією декілька десятків тисяч разів [17].

Звертаємо увагу на те, що в процесі потрібно буде змінити дані. Як правило, для цього потрібно заново перепрошити контролер [18].

Варіанти використання енергонезалежної пам'яті:

1. Калібрування, зберігання відкаліброваних даних;
  2. Зберігання налаштувань, які змінюються «з меню» пристрою, без перепрошивки;
  3. Зберігання даних;
  4. Використання SRAM, як додаткову пам'ять, при нестачі пам'яті;
- Обсяг EEPROM може відрізняється в різних моделях макетних плат [19].

### **2.3. Використання макетної плати**

Рідко який проект Arduino містить менше 5-10 елементів схеми, з'єднаних між собою. Навіть у найпростіші схемі застосовуються 2 елементи, світлодіод і резистор, які треба якось з'єднувати один з одним. Перед користувачем постає питання про те, яким способом це зробити.

На сьогоднішній момент існують три основні способи монтажу, які використовуються в електроніці та робототехніці на етапі створення прототипів:

- Пайка. Для цього застосовують спеціальні плати з отворами, в які вставляються деталі та з'єднуються один з одним пайкою (з використанням паяльника) та перемичками.
- Скрутка. За цією технологією контактні з'єднання пристроїв об'єднуються з макетною платою за допомогою обмотки чистого дроту до контакту.
- Плата для монтажу без паяння. Англійський варіант назви безпайкової макетної плати – breadboard.

Найпростішим варіантом для створення прототипів є безпайкова макетна плата, яка має безперечні переваги [19-20]:

- Можливість проводити налагоджувальні роботи багато разів, змінюючи модифікацію схем і способи підключення пристроїв;
- Можливість з'єднання кількох плат в одну велику, що дозволяє працювати з складнішими та більшими проектами;
- Простота та швидкість створення прототипів;
- Довговічність та надійність.

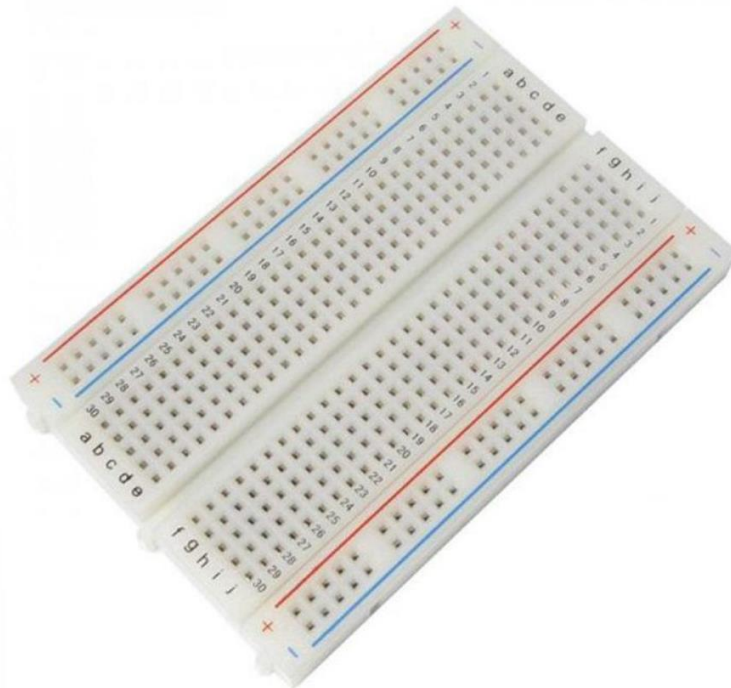


Рис. 2.3 Вигляд безпайкової макетної плати

З двох сторін по всій довжині макетної плати розташовані червоні і сині отвори. Всі червоні отвори з'єднані між собою і служать, як правило, для подачі живлення. Всі сині отвори теж електрично з'єднані один з одним і грають роль шини заземлення. Кожні п'ять отворів, розташованих вертикальними рядами, також з'єднані один з одним. Посередині є вільне місце для зручності установки компонентів на макетній платі. Електричні з'єднання отворів показані на рис. 2.4 потовщеними лініями [25].

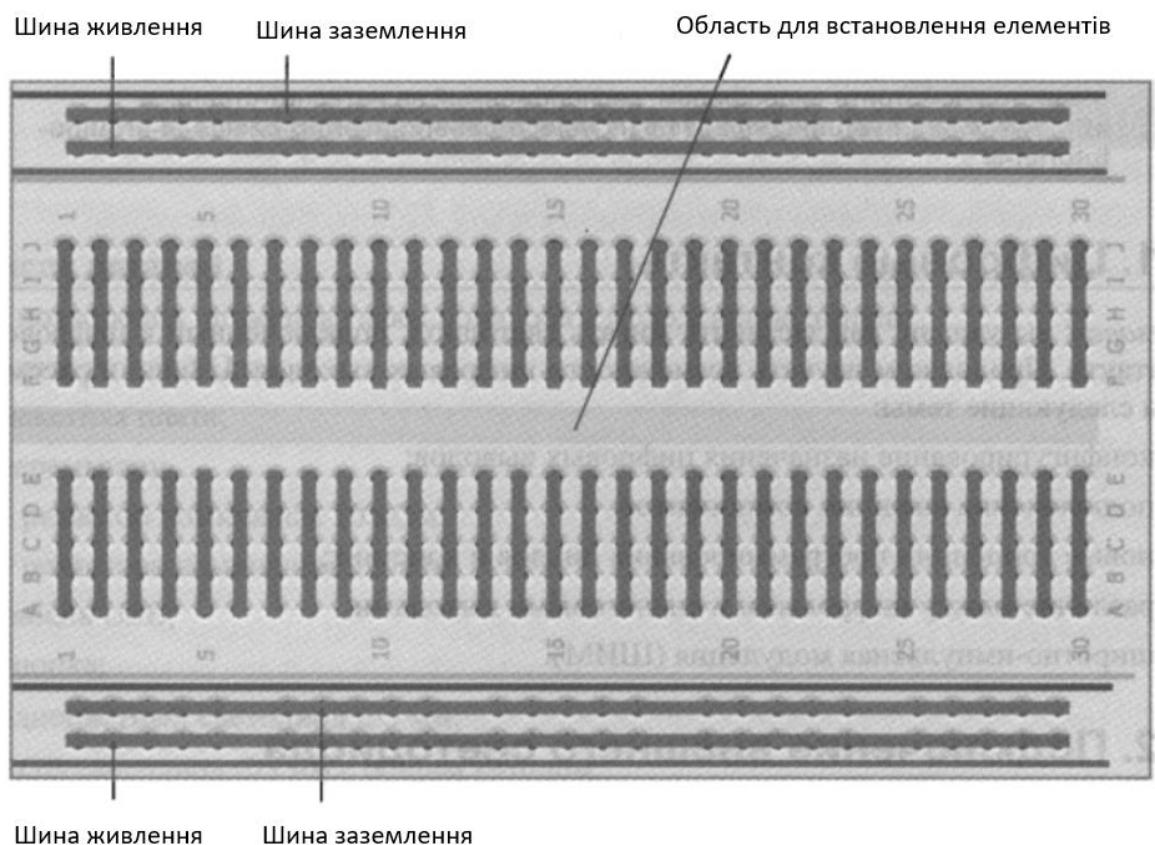


Рис. 2.4 Електричні з'єднання макетної плати

## 2.4. Основні переваги використання платформи

Перевагами плат сімейства Arduino є :

1. Велика кількість доступних варіантів в лінійці Arduino з можливістю вибору варіанта, який підходить найбільше.
2. Наявність плат, створених для збільшення функціонала і виконання конкретизованих технічних задач без необхідності самостійного

проектування додаткової периферії (плати для керування двигунами, окремі плати для датчиків, безпроводниковий інтерфейс, дисплеї) - кілька десятків видів, понад 300 варіантів виконання.

3. Повністю адаптована для кінцевого користувача середовище програмування, що підходить для всієї лінійки плат Arduino та їх клонів, включаючи ПЗ для програмування контролю для ОС Android.

4. Вільна безкоштовна ліцензія на пристрої та ПЗ.

5. Існує повний російський переклад мови Arduino, призначений для подолання мовного бар'єру при поширенні Україною та Росією. [19]

## **2.5. Перспективи використання Arduino**

Платформа Arduino по технічному оснащенню ідеально підходить для освітнього процесу з проектування різних мехатронних систем і робіт, завдяки зрозумілій середовищі процесу. Більш потужні плати Arduino (Due) прийнятні для вирішення складних технічних завдань, пов'язаних з розробкою великих проектів та їх комплексної автоматизації [20].

## **2.6. Метод тензометрії**

В основу тензометрії покладено явище тензоефекту, що полягає в зміні активного опору провідника (тензодатчика) під дією механічних напружень і деформацій. Використання тензодатчиків при проведенні науково-технічних досліджень дозволяє здійснювати контроль деформацій і напружень при дії статичних і динамічних навантажень. Особливо актуальним це є при роботі зі статично невизначеними механічними системами, параметри навантаження яких можуть бути визначені лише за допомогою непрямих емпіричних методів.



Тензометрія, як сукупність методів та засобів для визначення напружено-деформованих станів об'єктів та конструкцій, широко використовується не лише при вимірюванні ступеню деформацій, а й при визначенні ваги у контролі на стрічкових конвеєрах, маси транспортних засобів (автомобілів, залізничних вагонів), обґрунтуванні надійності та безпечності конструкцій атомної енергетики тощо.

В даний час тензорезистори застосовуються в багатьох областях науки і техніки [20]. При цьому виникає багато складних теоретичних і практичних проблем. Серед різних експериментальних методів вимірювання деформацій, переважна більшість дослідників віддає перевагу вимірам із застосуванням тензодатчиків або тензорезисторів, оскільки вони найкращим чином відповідають критеріям вартість-ефективність, володіючи оптимальним поєднанням характеристик.

Дротяні тензорезистори в техніці вимірювань неелектричних величин використовуються за двома напрямками.

Перший напрямок - використання тензоефекту провідника, що знаходиться в стані об'ємного стиснення, коли вхідною величиною перетворювача є тиск оточуючого його газу або рідини. На цьому принципі будуються манометри для вимірювання високих і надвисоких тисків. Вихідною величиною перетворювача є зміна його активного опору.

Другий напрямок - використання тензоефекту при пружних деформаціях дроту. Випускаються в даний час тензорезистори, розроблені в основному для використання в діапазоні від'ємних температур, до 223К. При температурах охолодженого і скрапленого газу більшість матеріалів, що застосовуються при виготовленні тензорезисторів (мікродротяні, металева фольга, клей, цемент), стають крихкими, зростає їх електрична провідність і можливість руйнування клейового шару [21]. Залежно від типу матеріалу, виду напруженого стану, характеру навантаження і рівня деформацій, руйнування може бути обумовлено накопиченим пошкодженням, накопиченою деформацією або їх сукупністю. У зв'язку з цим необхідно вимірювати як величину сумарної

односторонньої накопиченої деформації, так і зміну амплітуди деформації при кожному циклі навантаження.

При експериментальних дослідженнях зміна відносного опору тензорезистора залежить від двох чинників: рівня вимірюваної деформації і величини зміни температури в місці установки датчика. Зміна температури тензорезистора залежить як від коливань температури навколишнього середовища в процесі вимірювань, так і від саморозігріву датчика, викликаного проходженням через нього електричного струму. Найчастіше вплив температури є небажаним фактором. Ступінь розігріву датчика визначається кількістю теплоти, що виділяється, а також умовами охолодження. У свою чергу умови охолодження залежать від розмірів деталі і її теплопровідності, площі поверхні решітки, відношення поверхні решітки до її об'єму, товщини клейового шару і його теплопровідності, температури навколишнього середовища і швидкості руху потоків повітря поряд з місцем розміщення тензорезистора [22-23].

При зміні температури датчика і деталі спостерігаються такі процеси, що здатні впливати на результати вимірювань: а) змінюється коефіцієнт тензочутливості матеріалу тензорешітки; б) зі зміною температури подовжуються (або скорочуються) решітка датчика та деталь; в) температурний вплив змінює опір тензорешітки. Здійснити температурну компенсацію вдається в процесі виробництва відповідних температурно-компенсованих датчиків.

Однак, домогтися повної температурної компенсації в широкому діапазоні температур не вдається, тому застосовують методику вимірювання температури поблизу датчика, з використанням залежності уявної деформації від температури.

При застосуванні з'єднувальних проводів виникають проблеми: зниження рівня сигналу і температурна чутливість. Зниження рівня сигналу відбувається тому, що знижується зміна відносного опору плеча моста. Для датчика, що має значення 100 Ом, опір лінії має бути меншим 0,5 Ом. Таким

опором володіє мідний провід перетином 0,2 мм<sup>2</sup> і довжиною приблизно 6 метрів.

## 2.7. Тензорезистор і його будова

Тензорезистор є основною складовою тензометричних датчиків.

Тензорезистор -резистор, електричний опір якого змінюється залежно від його деформації. Основою для тензорезистора служить чутливий елемент, виготовлений з металу чи напівпровідника. При розтягуванні провідних елементів тензорезистора збільшується їх довжина і зменшується поперечний переріз, що збільшує опір тензорезистора, при стисканні відповідно зменшує.

Тензодатчик виконується у вигляді решітки зазвичай з константанового сплаву і розташовується на підкладці з поліаміду або іншого матеріалу. Зовні решітка покривається захисною плівкою [24-25]. Для кріплення до поверхні об'єкта вимірювання переважно застосовується клей, а при високих температурах — точкове приварювання підкладки, яка у цьому випадку є металевую.(рис. 2.5)

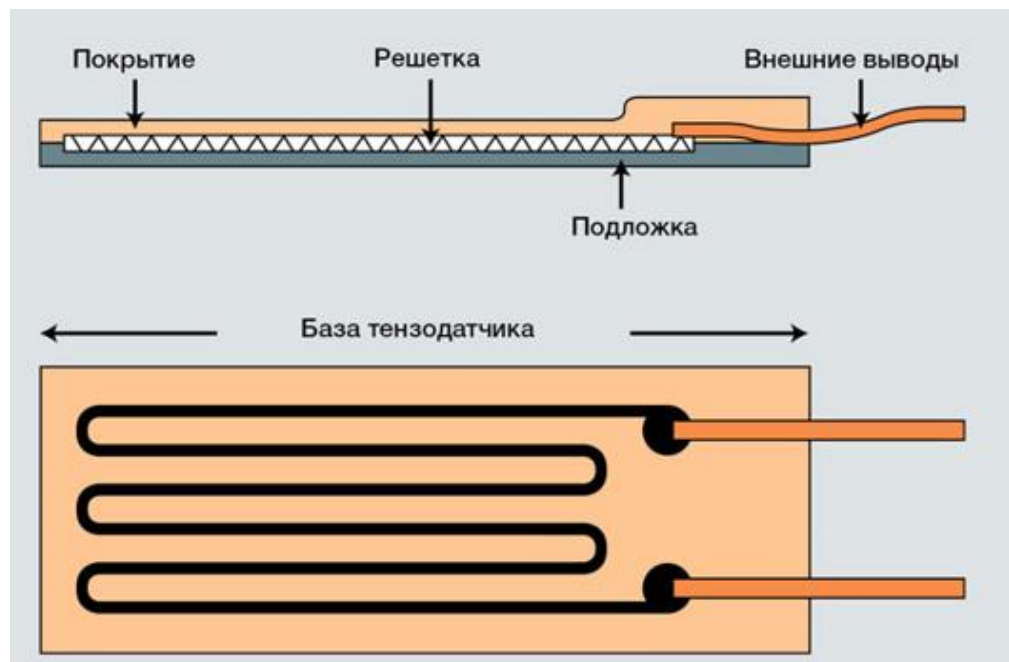


Рис 2.5 Будова тензодатчика

Тензорезистори широко застосовуються в якості чутливих елементів датчиків, розроблених для вимірювання сил, переміщень, моментів, тиску та навіть крутного моменту.



Рис.2.6 Тензометричний датчик ваги

В реальності, зміни опору при деформації дуже малі, тому доцільно буде використання прецизійних підсилювачів або АЦП.

## **Висновки до розділу 2**

1. Були розглянуті основні можливості мікропроцесорної плати Arduino, її характеристики, щодо можливого підключення до плати необхідних пристроїв.
2. Проаналізовані основні переваги та перспективи використання мікропроцесорної плати Arduino.
3. Описано метод тензометрії, який буде використаний при побудові системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки .

## РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ ОБРИВУ НИТКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ПЛАТИ ARDUINO UNO

### 3.1. Датчик згину FLEX 2.2 та його характеристики

За контроль обриву та натягу в системі відповідає датчик згину. (Рис.3.1).

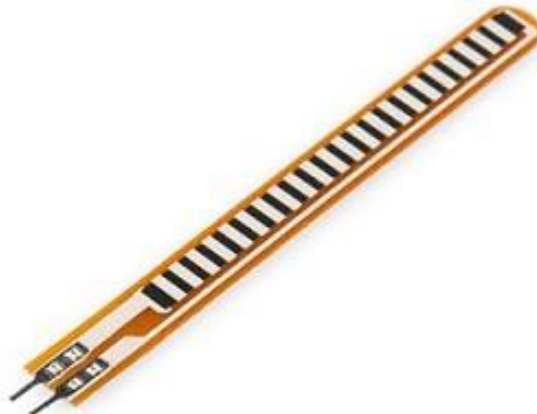


Рис. 3.1 Датчик згину FLEX 2.2

Основні характеристики датчику зображенні у таблиці 3.1 [27].

Таблиця 3.1

Характеристики датчику згину FLEX 2.2

Опір	30кОм
Опір при згині на 90°	70 кОм
Опір при згині на 180°	160 кОм
Номінальна потужність	0,5 Вт
Пікова потужність	1 Вт
Максимальна кількість згинів	> 1000000
Робоча температура	-35°С...80°С

Датчик згину зафіксований і розташований між шпулетримачем та двома нитконатягувачами. Розглянемо декілька варіантів перебігу подій. Уявимо що перед нами звичайна швейна машинка на одну нитку.

**ВАРІАНТ 1.** Машинка працює, нитка ціла.

При роботі станка, на датчик подається напруга 5V. При проходженні нитки від шпулетримача до натягувача, нитка буде натягуватися, тим самим згинаючи датчик. При різному згині датчика, змінюється опір, що згодом змінює і вихідний сигнал з датчику. Сигнал приходить на аналоговий вхід А0, мікропроцесор порівнює сигнал (сигнал відповідає сигналу цілої нитки), відповідний сигнал йде на пульт у вигляді горіння зеленого світлодіода, що вказує на цілісність і правильний натяг нитки.

**ВАРІАНТ 2.** Машинка працює, нитка порвана.

При розриві нитки датчик розривнюється, його опір зменшується. Відповідний сигнал поступає на аналоговий вхід, мікропроцесор помічає що сигнал відрізняється, та подає сигнал у вигляді індикації червоного світлодіода.

**ВАРІАНТ 3.** Машинка працює, натяг неправильний.

Як було зазначено у Розділі 1, неправильний натяг має свої негативні наслідки.

Тому у кодї програми (скетчі), були прописані межі при яких буде світитись індикатор неправильного натягу у вигляді жовтого світлодіода. На рис 3.2 зображено залежність опору від кута, на який згинається датчик.

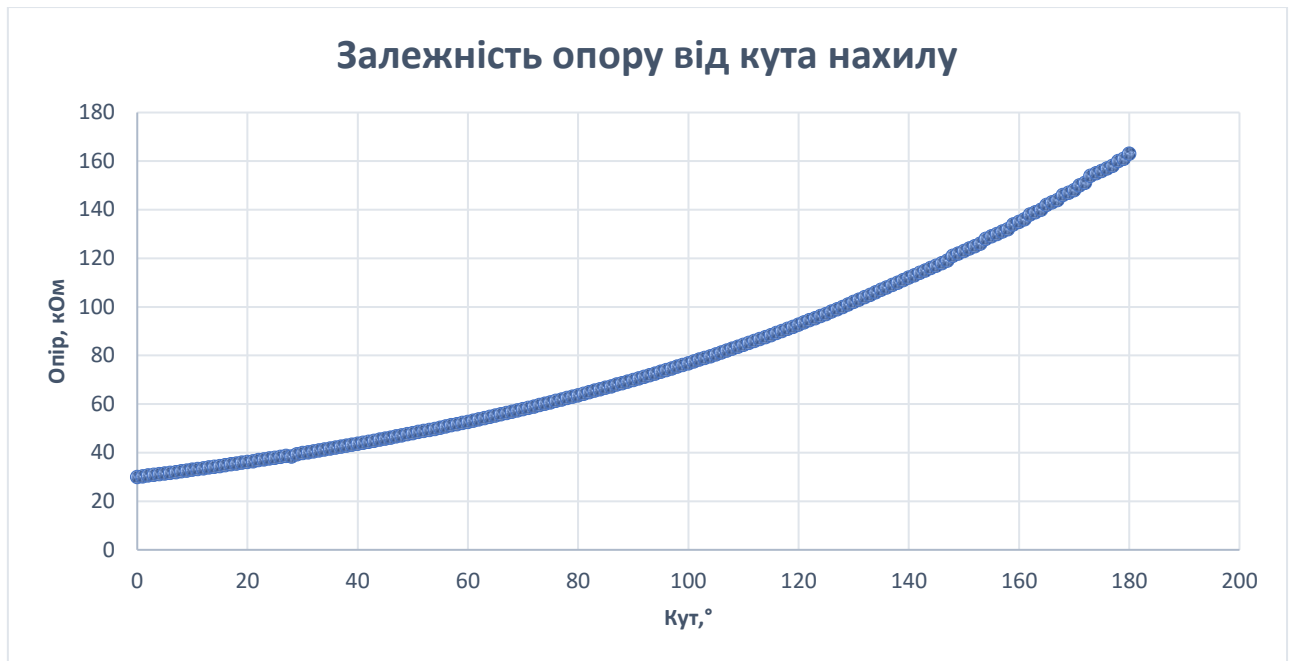


Рис. 3.2. Графік залежність опору від кута згину.

### 3.2. Підключення датчика згину Flex 2.2

Підключення відбувається наступним чином: до однієї ніжки датчика ми підключаємо напругу 5V від плати Arduino( з відповідного піна 5V);

Іншу ніжку ми під'єднуємо з піном під назвою GROUND, через резистор номіналом 15кОм. Цю ж ніжку під'єднуємо до аналогового входу A0 на платі. Простіше кажучи, ми створюємо резистивний дільник напруги. Резистивний дільник напруги складається з двох резисторів, від співвідношення опорів яких залежить вихідна напруга. Так, якщо один з резисторів змінний, то на виході можна отримати зміну напругу



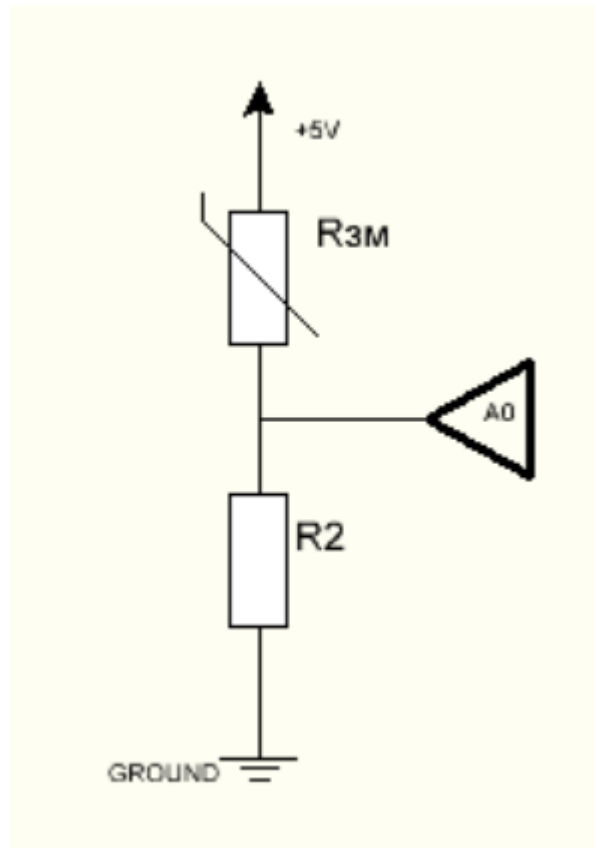


Рис. 3.3 Резистивний дільник напруги

У нашому випадку на вхід дільника подано напругу 5 В, а вихід підключений до аналогового контакту А0 плати Arduino. Якщо  $R_{3M}$  має змінний опір, а  $R_2$  постійний номіналом 15 кОм. Використаємо наступну формулу [21]:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} (R_2 / (R_{3M} + R_2))$$

Згідно рис. 3.2, при нульовому згині датчика, його опір становить 30 кОм. Підставимо ці значення у формулу і перевіримо, яке значення напруги буде на виході:

$$U_{\text{вих}} = 5\text{В} (15000 \text{ Ом} / (30000 \text{ Ом} + 15000 \text{ Ом})) = 1,6667 \text{ В}$$

При максимальному згині датчику, його опір становить 163 кОм, перевіримо напругу на виході при максимальному згині:

$$U_{\text{вих}} = 5\text{В} (15000 \text{ Ом} / (163000 \text{ Ом} + 15000 \text{ Ом})) = 0,4213 \text{ В}$$

На рис. 3.4 та 3.5 експериментальне підтвердження наших розрахунків.

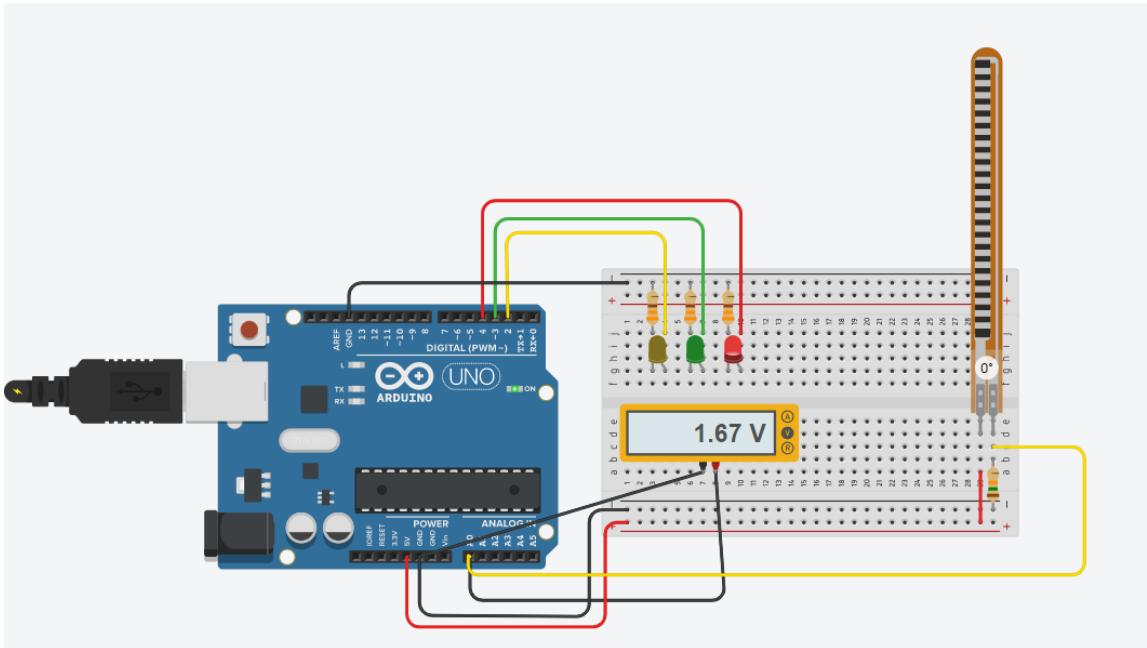


Рис. 3.4 Покази вольтметра при згині 0 градусів

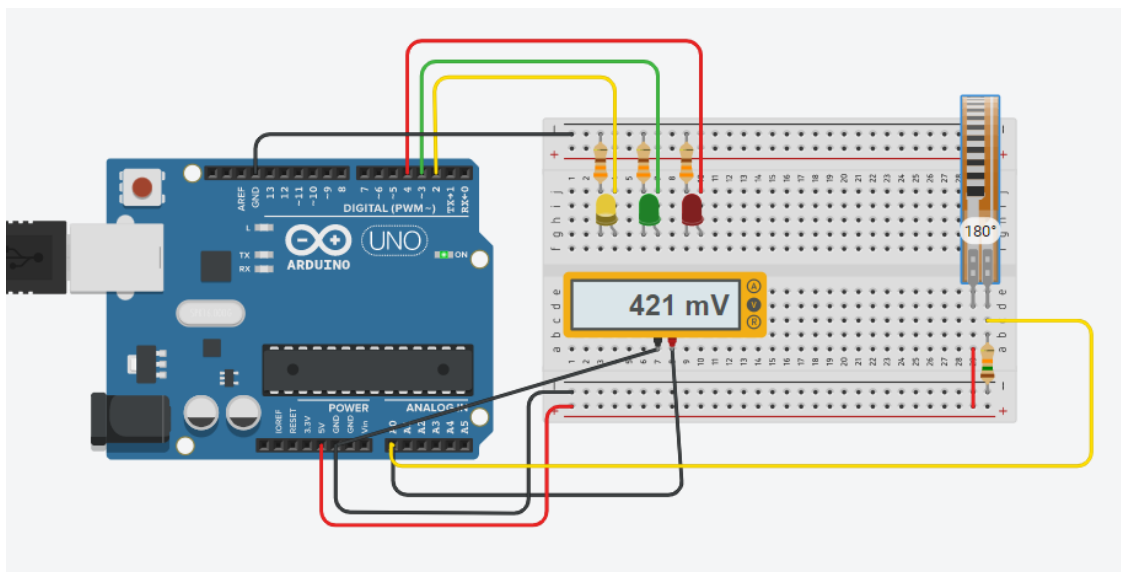


Рис. 3.5 Покази вольтметра при згині датчику на 180 градусів

На рис. 3.6 зображено електричну схему підключення датчику згину до плати Arduino.

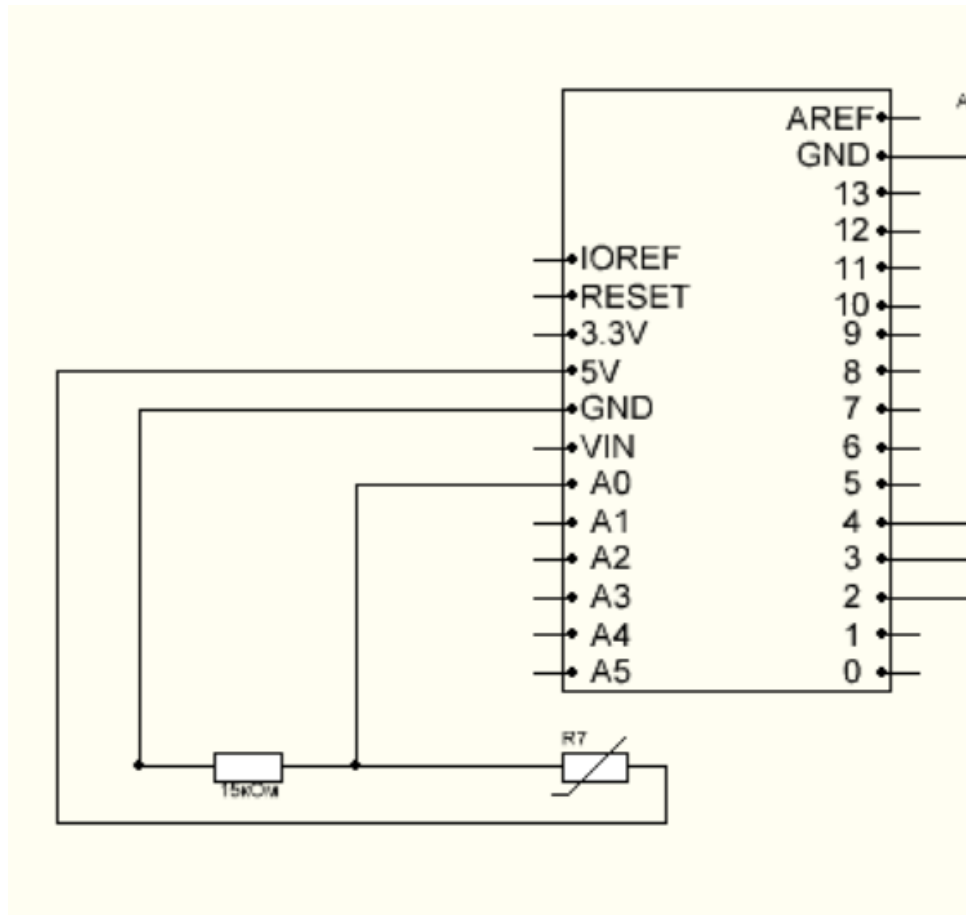


Рис. 3.6 Електрична схема підключення датчику згину до плати Arduino

Цифрові входи можуть приймати напругу тільки двох значення: 0 або 5 вольт. Аналогові входи також отримують сигнал у діапазоні від 0 до 5 вольт, але аналоговий сигнал приймає нескінченне число значень між цими двома значеннями 0 та 5. На рис. 3.7 зображено, як відрізняються між собою аналоговий та цифровий сигнали [21].

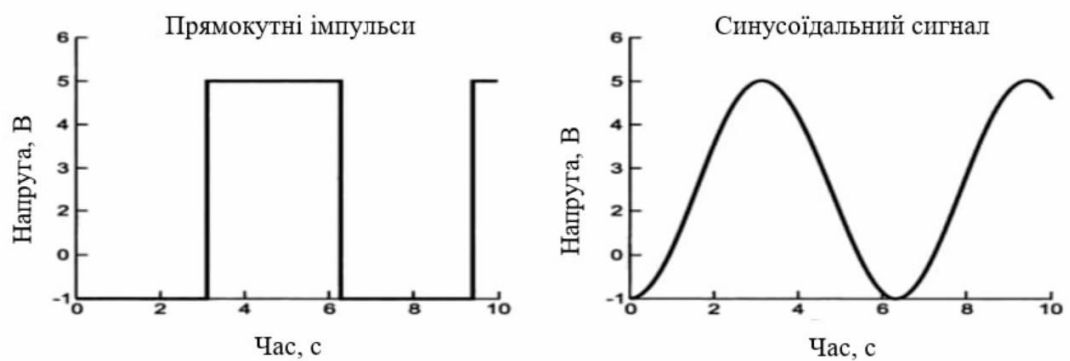


Рис. 3.7 Прямокутні та синусоїдальні сигнали

АЦП в Arduino має розрядність в 10 біт, тобто. ми отримуємо виміряну напругу у вигляді числа від 0 до 1023. Функція, яка оцифровує напругу, називається `analogRead(pin)`. Дана функція приймає як аргумент номер аналогового піна і повертає отримане значення. Сам пін повинен бути налаштований як INPUT (вхід) [28].

### 3.3. Програмна реалізація підключення до аналогового входу

Для початку ми вказуємо тип цілого числа для змінної `f`.

```
5 int f ; //
```

Рис. 3.8 Представлення змінної.

Для того, щоб сигнал зчитувався з аналогового входу, потрібно прописати команду `<< analogRead >>`, та вказати номер піну, з якого буде зчитуватись сигнал.

```
15 f=analogRead(0);
```

Рис.3.9 Команда зчитування вхідного сигналу з аналогового входу A0

Тепер мікропроцесор зчитує дані. Для того, щоб нам побачити які дані приходять на аналоговий вхід A0, було прописано команду `<<Serial.println >>`, що дозволить вивести значення сигналу `f`.

```
16 Serial.println(f); //
```

Рис.3.10 Вивід даних на монітор

За допомогою монітору послідовного інтерфейсу, ми можемо бачити значення сигналу, який ми отримуємо.

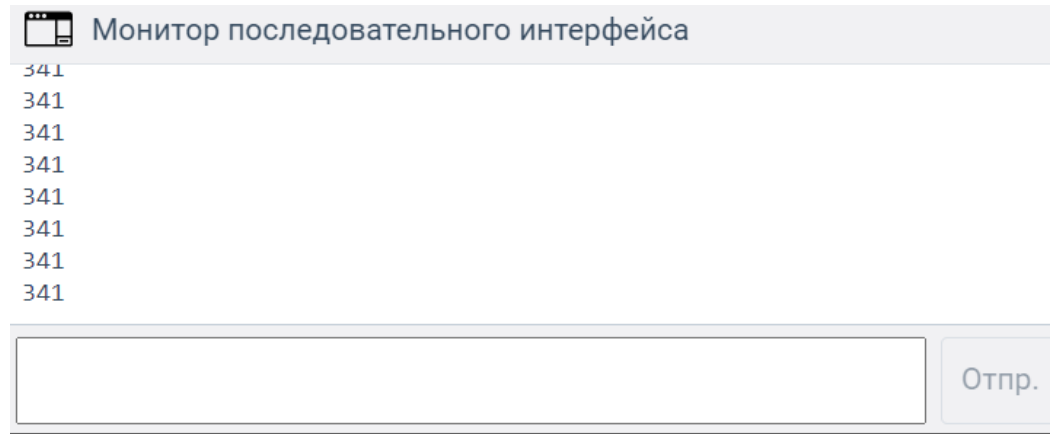


Рис.3.11 Виведення до послідовного порту

### 3.4. Підключення індикаторів сигналізації

У цій моделі системи автоматичного контролю натягу та обриву нитки, ми використовуємо звичайні світлодіоди трьох кольорів (жовтого, червоного та зеленого), для індикації сигналізації. Вони будуть сигналізувати оператору про відсутність несправностей, або ж навпаки - про їх наявність. Наприклад якщо все добре, нитка натягнута правильно, то горіти буде лише зелений світлодіод. Якщо натяг нитки неправильний, нитка сильно натягнута або слабо натягнута, то буде горіти жовтий світлодіод. Якщо ж нитка порвалася, то загориться червоний світлодіод, який сповістить оператора щодо присутності несправності.

Для підключення індикаторів до плати Arduino, нам потрібно під'єднати їх до виходу GND та цифрових виходів 2, 3, 4.

Катоди діодів ми з'єднуємо з резисторами, номіналом 330 Ом, та під'єднуємо до виходу GND. На рис. 3.12. реалізована електрична схема підключення світлодіодів

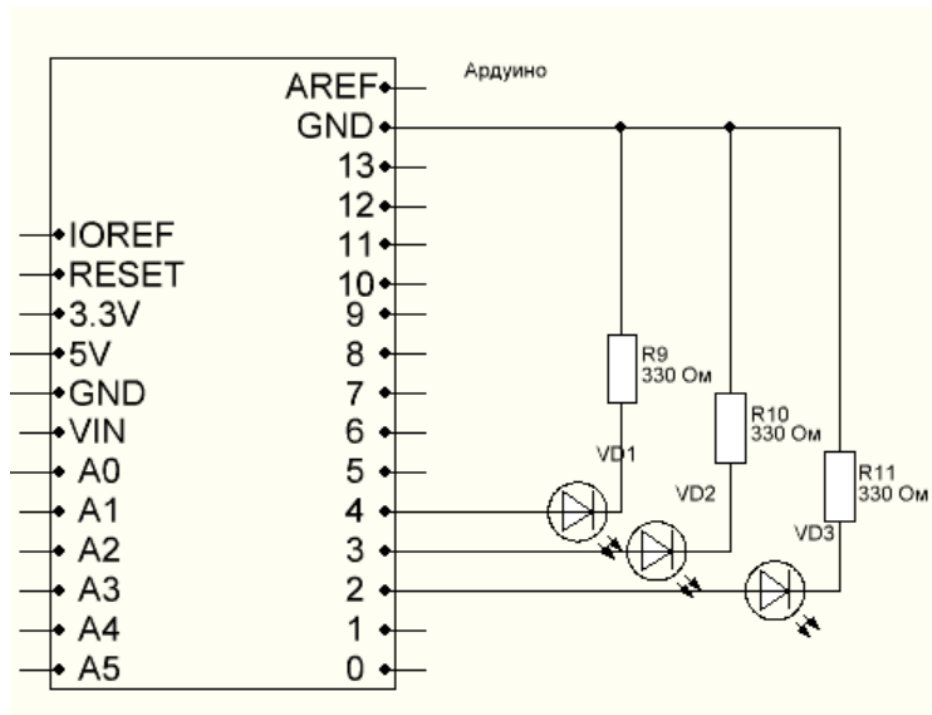


Рис. 3.12. Електрична схема підключення світлодіодів.

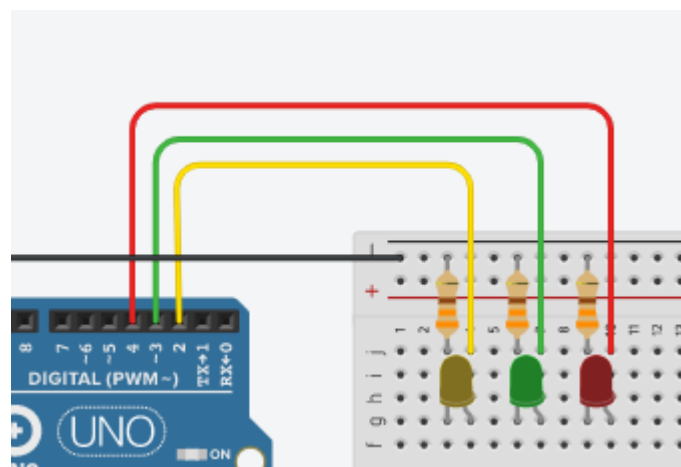


Рис. 3.13. Візуалізація підключення світлодіодів до плати Arduino

### 3.5. Програмна реалізація підключення індикації

Самого підключення замало, тому потрібно написати код (скетч) ,у якому правильно будуть сигналізувати світлодіоди про стан нитки.

Для початку ‘пропишемо’ піни, до яких під’єднані світлодіоди. Для цього, за допомогою команди <<#define>>, пропишемо назви констант(номера пінів).

```
2 #define yellow 2
3 #define green 3
4 #define red 4
```

Рис. 3.14 Вказання імені пінів

Після цього, за допомогою команди <<pinMode>>, присвоюємо значення пінів 2,3,4 як виходи.

```
7 {
8   pinMode(yellow, OUTPUT);
9   pinMode(green, OUTPUT);
10  pinMode(red, OUTPUT);
11  Serial.begin(9600); //ініціалізація
12 }
```

Рис. 3.15 Встановлення режиму роботи пінів як вихідних

Для того щоб світлодіод засвітився, в кодї ми використаємо команду <<digitalWrite>>. Ця команда дозволить подавати на потрібні нам виходи 5В та 0 В. Працює вона наступним чином: для значення HIGH напруга на відповідний вихід (пін) буде 5В, і відповідно 0В для значення LOW.

```
{
    digitalWrite(green, LOW);
    digitalWrite(yellow, HIGH);
    digitalWrite(red, LOW);
}
```

Рис. 3.16 Приклад програмного включення/виключення діодів.

### 3.6. Розрахунок числових порогів спрацювання сигналізації

Щоб система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки правильно працювала, нам потрібно вказати числові значення, від яких буде змінюватись сигнал тривоги.

Отже для правильної роботи нам потрібно виділити 3 зони:

1. Зелена зона- коли все добре, нитка не порвана та добре натягнута;
2. Жовта зона- нитка не порвана, проблема правильного натягу, потрібно звернути увагу на натяг нитки.
3. Червона зона- нитка порвалась або не працює натягувач нитки.

Таблиця 3.2

Поділ аналогового сигналу на зони для системи з одним датчиком.

Жовта зона	Зелена зона	Жовта зона	Червона зона
Менше 110	110..188	188..261	261 і більше

Таблиця 3.3

Поділ аналогового сигналу на зони для системи з 6 датчиками.

Жовта зона	Зелена зона	Жовта зона	Червона зона
Менше 110	110..188	188..261	261 і більше

Тепер потрібно запрограмувати кожну зону, почнемо з "червоної".

Для цього використаєм оператор `<<if>>`, для порівняння значень.

Якщо значення буде рівне або більше ніж 261, то світлодіод червоного кольору має загорітись. Для того щоб загорівся ми прописуєм відому нам команду `<<digitalWrite>>`, та відключаємо всі світлодіоди окрім червоного.



```

17     if (f >= 261) //
18     {
19
20         digitalWrite (green, LOW) ;
21         digitalWrite (yellow, LOW) ;
22         digitalWrite (red, HIGH) ; //
23
24     }

```

Рис. 3.17 Програмування "Червоної зони"

Жовта зона є найбільшою , оскільки нитка може бути як і перетягнута , так і недотягнута. Тому для жовтої зони будуть декілька діапазонів. Значення повинно бути менше ніж 261 та більше ніж 188 (це для верхньої жовтої зони) та менша ніж 110 (нижня жовта зона). Реалізуємо це за допомогою <<else if>>, і того ж методу порівняння, але вже з новими діапазонами. Включення сигналізаторів відбувається у тому ж алгоритмі, тільки замість червоного світлодіоду ми подаємо напругу на жовтий.

```

25     else if (((f < 261) && (f > 188)) or (f < 110)) //як
26     {
27
28         digitalWrite (green, LOW) ; //зелений світ
29         digitalWrite (yellow, HIGH) ; //вмикаємо
30         digitalWrite (red, LOW) ; // червоний світ
31
32     }

```

Рисунок 3.17 Програмування "Жовтої зони"

У зелену зону ми відносимо всі інші випадки, Реалізуємо це за допомогою оператора <<else>>.

У випадку зеленої зони, горіти буде тільки зелений світлодіод, завдяки використанню <<digitalWrite>>, де відключаються всі світлодіоди і вмикається тільки зелений світлодіод.

```
else //у всіх інших в
{

    digitalWrite (red, LOW) ;
    digitalWrite (yellow, LOW) ;
    digitalWrite (green, HIGH) ;

}
```

Рисунок 3.18 Реалізація "Зеленої зони" у кодї

### **3.7. Система автоматичного контролю та сигналізації обриву однієї нитки**

Для побудови моделі системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на підприємстві, ми використали мікропроцесорну платформу Arduino. Вона дозволяє побудувати модель, яка буде відображати виробничі процеси, які ми зможемо автоматизувати. Також завдяки платформі ми зможемо побачити, як працюють компоненти та у разі потреби зробити необхідні корективи.

Основним завданням такої системи, здійснювати контроль обриву нитки, яка базується на методі порівняння значень вхідного сигналу.

На рисунку 3.19 візуально зображено схему, котра змодельована за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino UNO R3.

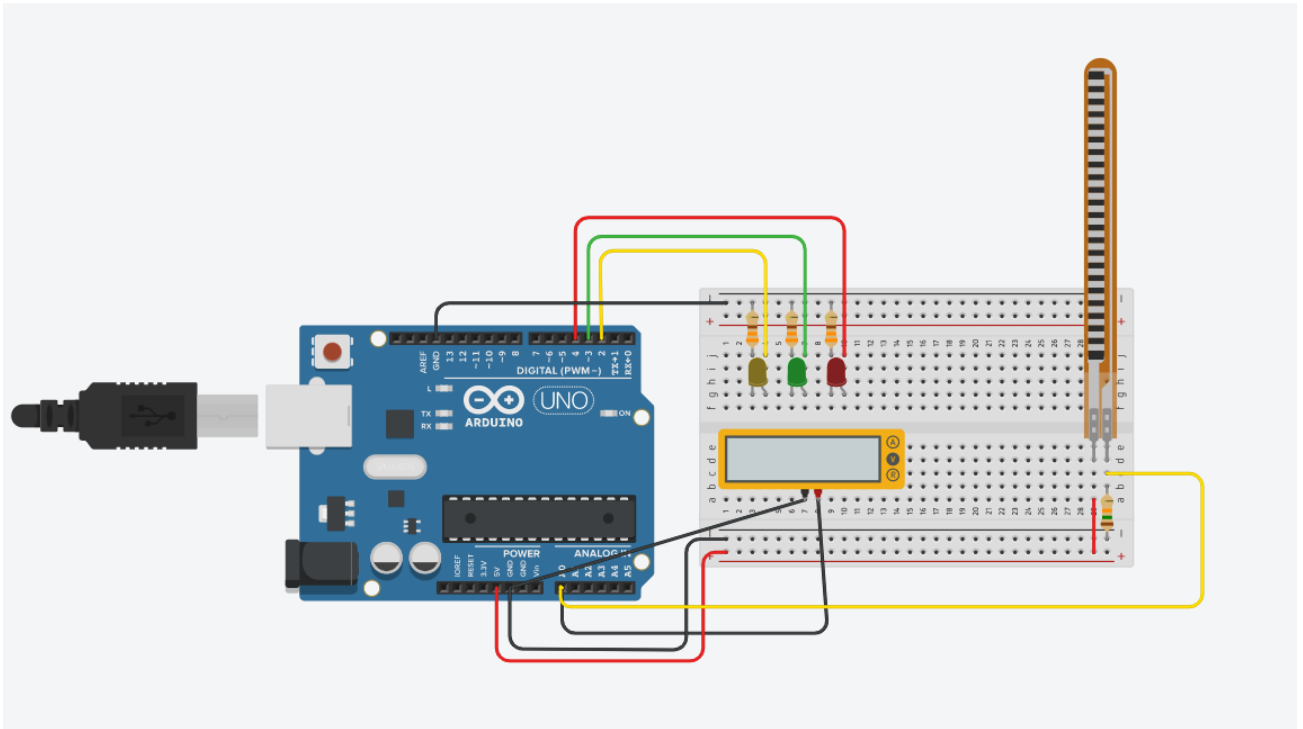


Рис. 3.19 Схема підключення датчиків та сигналізаторів до Arduino для контролю за однією ниткою

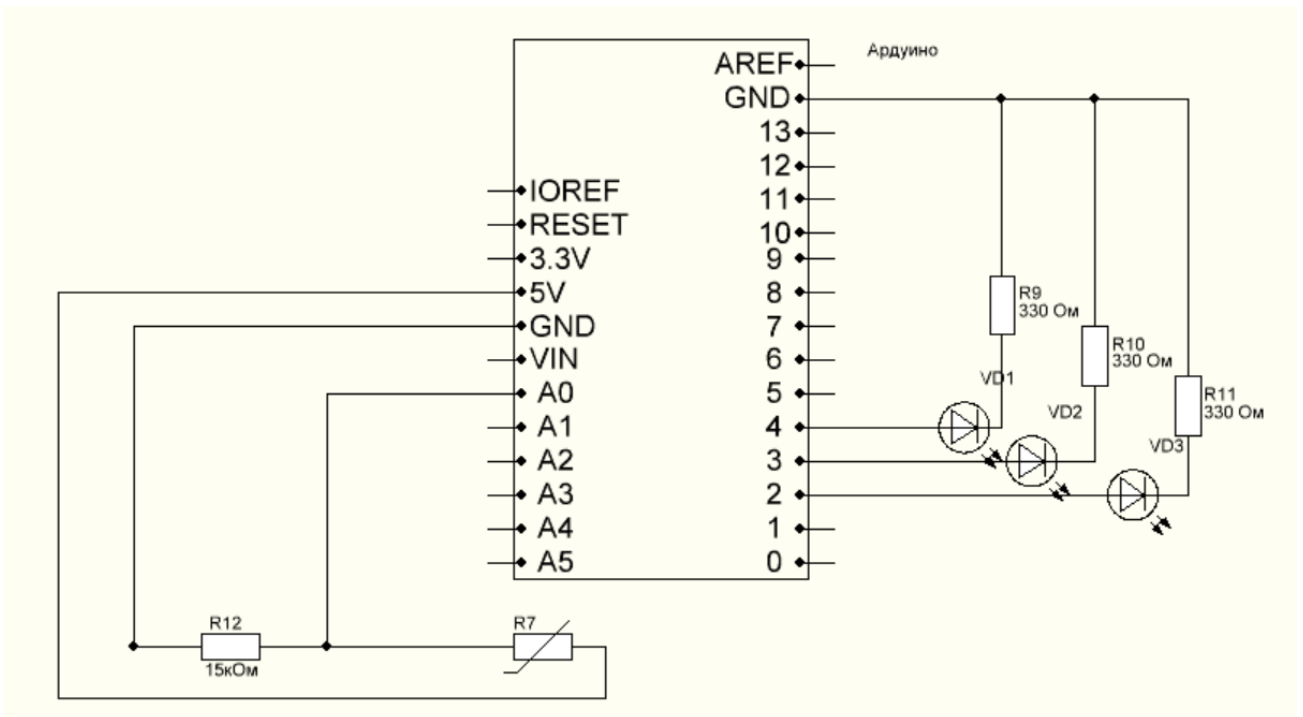


Рис. 3.20 Електронна схема підключення усіх компонентів системи до плати Arduino.

У таблиці 3.4 , ми можемо побачити з яких компонентів складається система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.

Таблиця 3.4.

## Компоненти схеми.

Компонент	Кількість	Характеристика
Мікропроцесорна платформа Arduino	1	
Датчик згину	1	
Резистор	3	330 $\Omega$
Резистор	1	15к $\Omega$
Світлодіод	1	Зелений
Світлодіод	1	Жовтий
Світлодіод	1	Зелений

На рис. 3.21 зображено блок схему функціонування системи контролю та сигналізації обриву нитки.

Коментарі до блок схеми: 1) f-змінна, що слідкує за натягу нитки  
Код програми реалізовано у Додатку А.

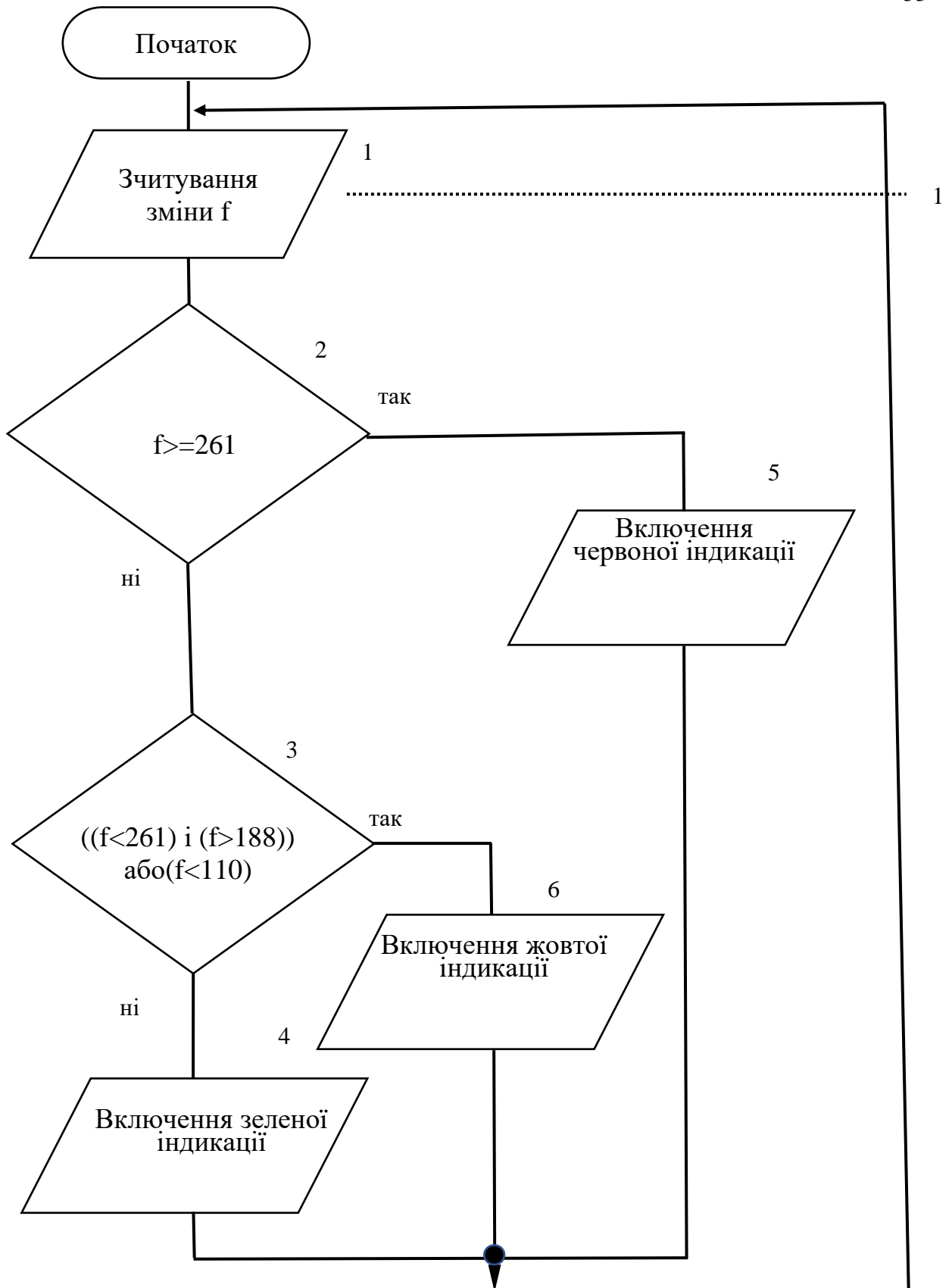


Рис. 3.21 Блок схема функціонування системи автоматичного контролю та сигналізації обриву однієї нитки

### 3.8. Система автоматичного контролю та сигналізації обриву шістьох ниток

На рисунку 3.22 зображено схему, котра змодельована за допомогою мікропроцесорної платформи Arduino UNO R3.

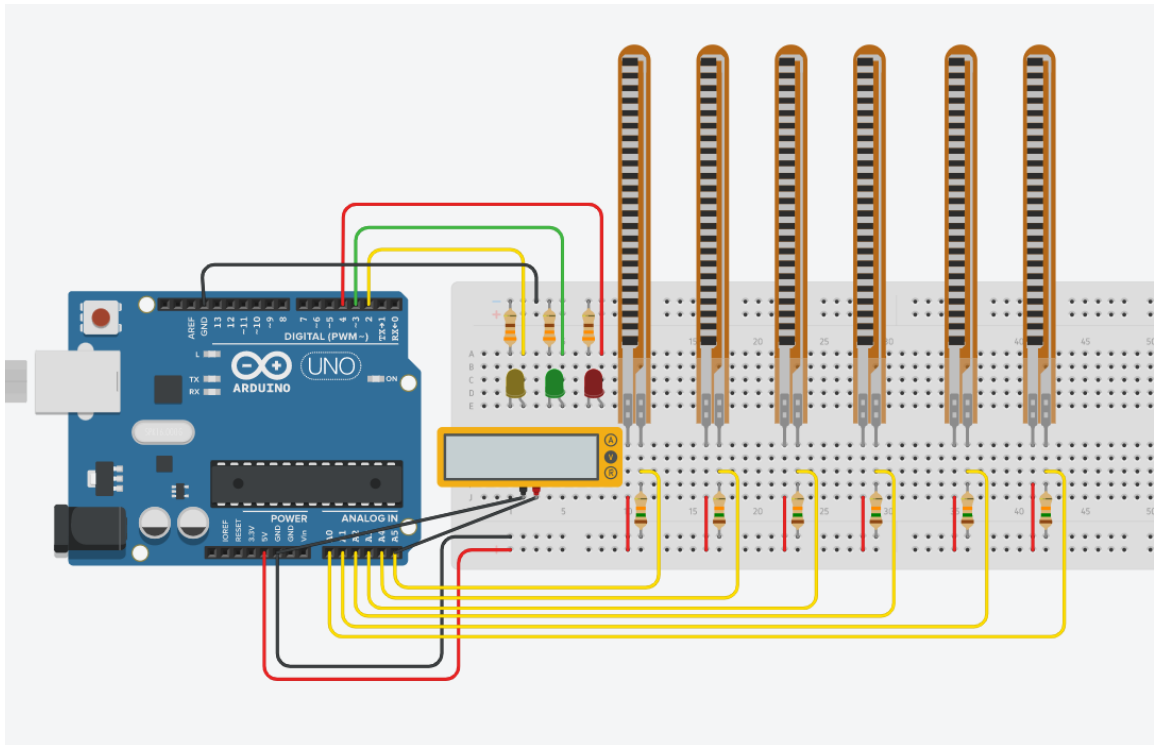


Рис. 3.22 Схема підключення датчиків та сигналізаторів до Arduino для контролю за 6 нитками

У таблиці 3.5 , ми можемо побачити з яких компонентів складається система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.

Таблиця 3.5

Компоненти схеми

Компонент	Кількість	Характеристика
Мікропроцесорна платформа Arduino	1	
Датчик згину	6	
Резистор	3	330 $\Omega$
Резистор	6	15к $\Omega$
Світлодіод	1	Зелений
Світлодіод	1	Жовтий
Світлодіод	1	Зелений

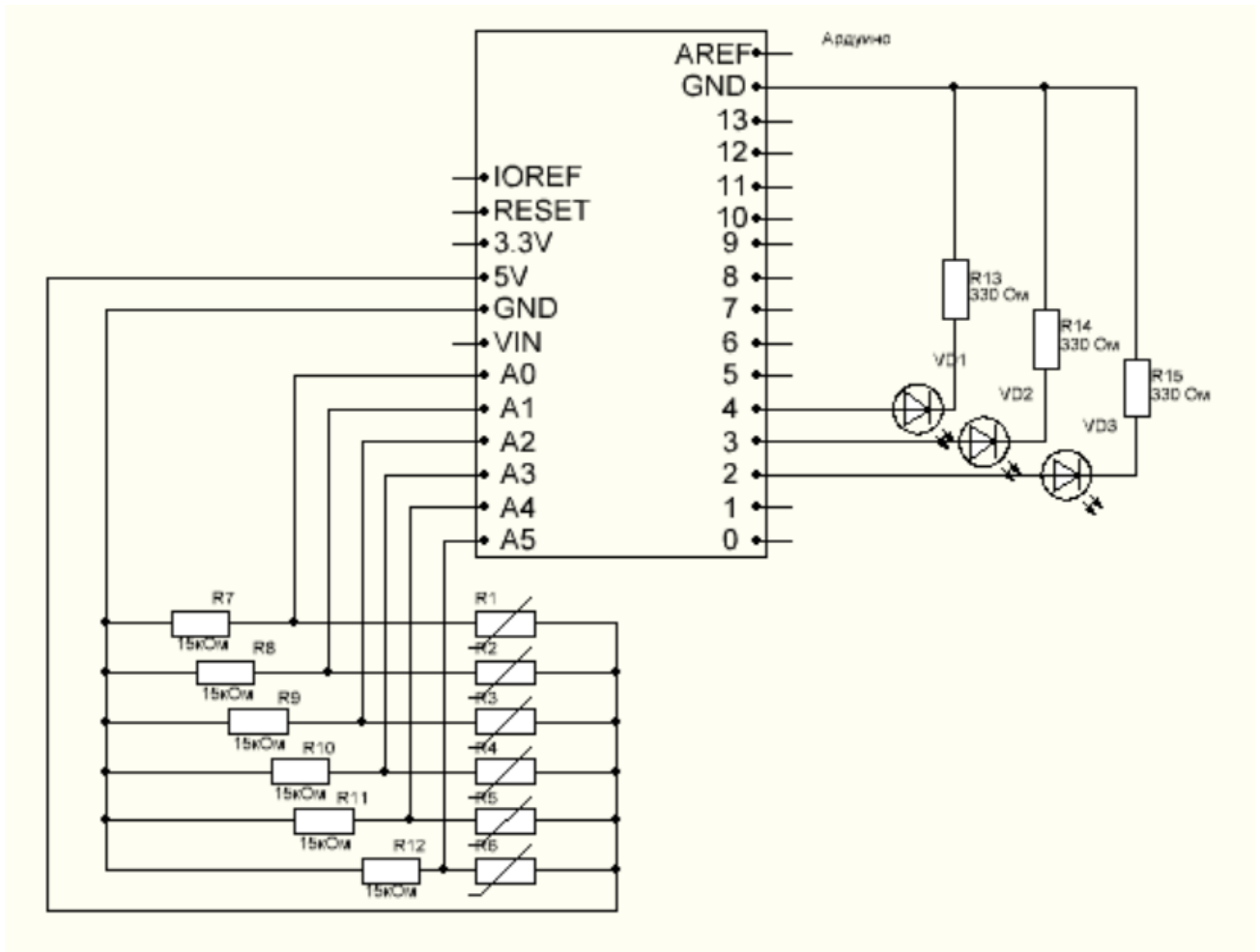


Рис 3.23 Електронна схема підключення компонентів системи до плати Arduino

На рис. 3.24 зображено блок схему функціонування системи автоматичного контролю та сигналізації обриву шістьох ниток.

Коментарі до блок схеми

- 1) a, b, c, d, e, f- змінні, які слідкують за натягом нитки на різних датчиках;
- 2) Умова 2- ( $f < 261$  і  $f > 188$ ) або ( $f < 110$ ) або ( $a < 261$  і  $a > 188$ ) або ( $a < 110$ ) або ( $b < 261$  і  $b > 188$ ) або ( $b < 110$ ) або ( $c < 261$  і  $c > 188$ ) або ( $c < 110$ ) або ( $d < 261$  і  $d > 188$ ) або ( $d < 110$ ) або ( $e < 261$  і  $e > 188$ ) або ( $e < 110$ )

Код програми реалізовано у Додатку Б

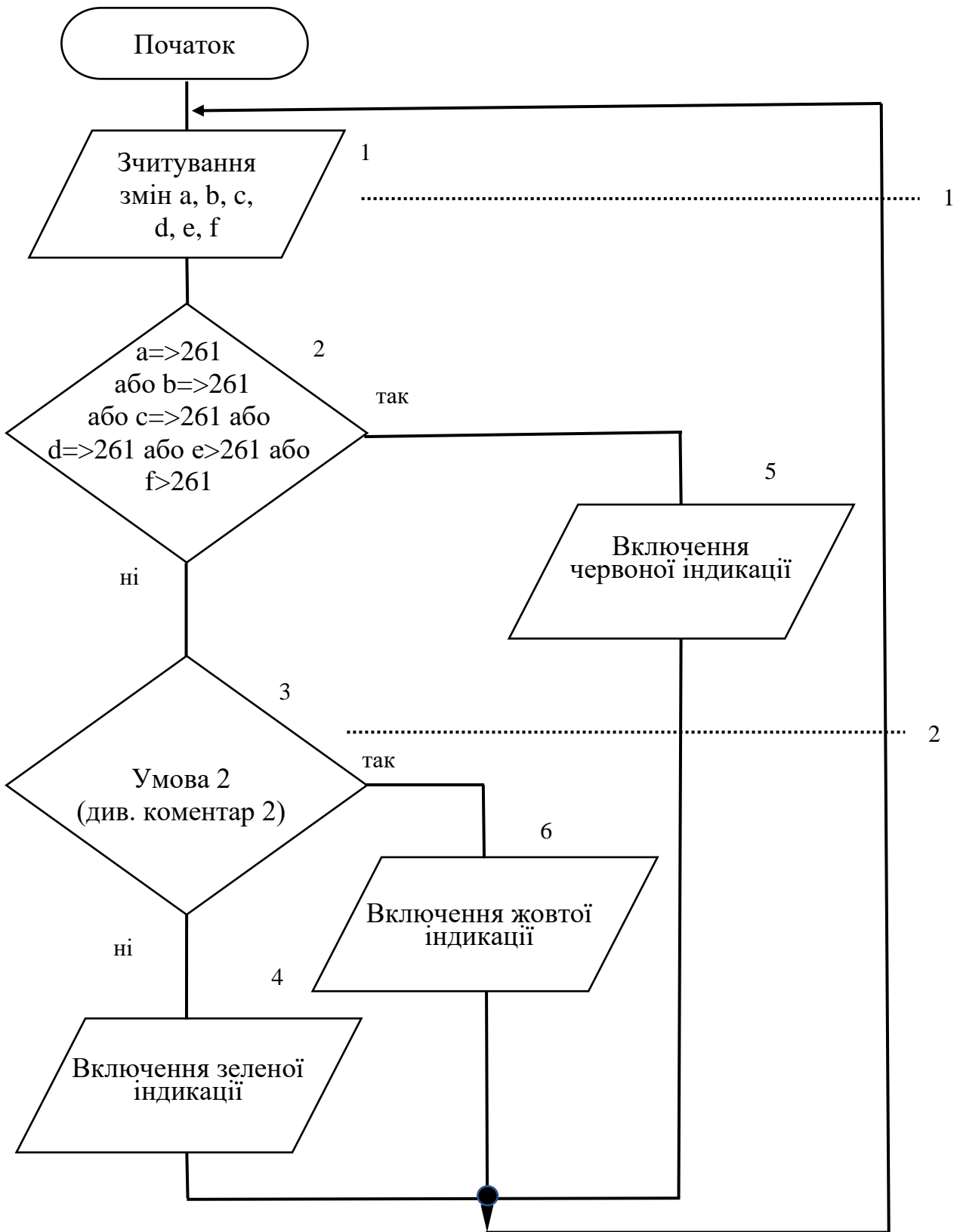


Рис. 3.24 Блок схема функціонування системи контролю та сигналізації обриву 6 ниток.



### **Висновки до розділу 3**

- 1) Створена тестова модель, яка імітує процес сигналізації обриву нитки або ж сильного або слабкого натягу нитки. Всі розрахунки та моделювання відбуваються на основі програмних розрахунків.
- 2) Визначений алгоритм спрацювання сигналізації при обриві нитки, або ж при її сильному або слабкому натязі.
- 3) Створена тестова модель яка відображає обрив для одної та шістьох ниток.

## РОЗДІЛ 4. МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

Для того, щоб зрозуміти де може використовуватись змодельована система автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, та де саме вона може розміщуватись, пропоную розглянути будову апаратів, в які може бути інтегрована система.

### 4.1. Основні частини швейної машини

Розглянемо основні частини узагальненої швейної машини, не прив'язуючись до конкретної моделі (див. рис. 4.1 і рис. 4.2).

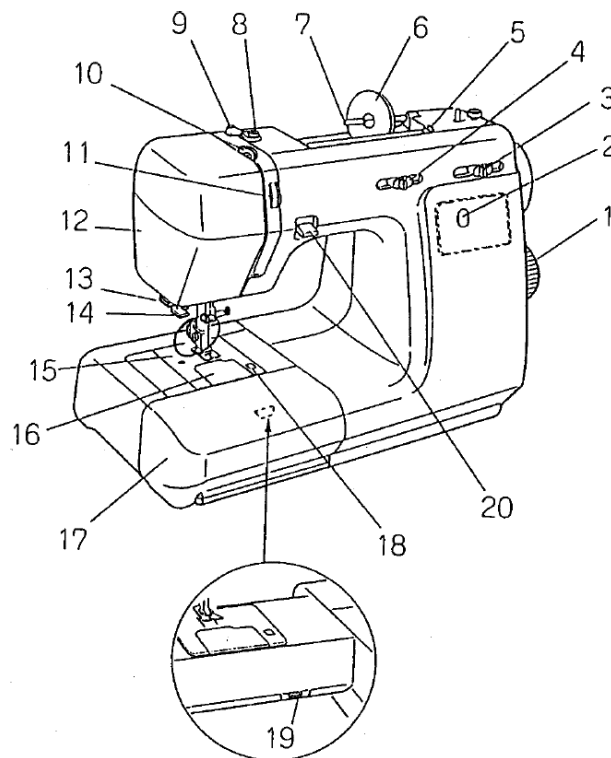


Рис. 4.1. Швейна машина: вид спереду.

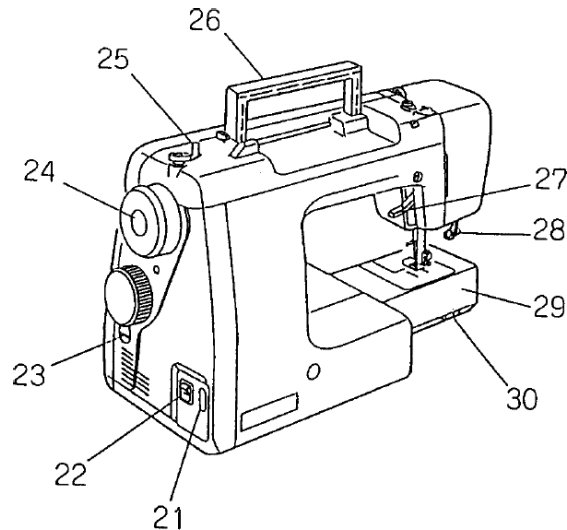


Рис. 4.2. Швейна машина: вид ззаду

Швейна машина складається, як правило, з наступних частин: 1 – регулятор вибору виду стібка; 2 – вікно із зазначенням стібка; 3 – регулятор довжини стібка; 4 – регулятор ширини зигзага; 5 – ниткообрізач; 6 – тримач катушки; 7 – катушковий стрижень; 8 – нитконапрямляч моталки; 9 – нитконапрямляч; 10 – важіль нитконапрямляча; 11 – регулятор натягу нитки; 12 – фронтальна кришка; 13 – ниткообрізач; 14 – пристрій для заправки нитки; 15 – голкова пластина; 16 – всувна пластина; 17 – висувна приставка з коробкою приладдя; 18 – кнопка ослаблення засувної пластини; 19 – важіль регулювання щільності стібків гудзикової петлі; 20 – важіль зворотної подачі матеріалу; 21 – розетка машини; 22 – кнопка включення електроживлення; 23 – регулятор балансу подачі; 24 – маховик; 25 – шпindel моталки; 26 – ручка для перенесення машини; 27 – важіль підйому притискної лапки; 28 – обмежувач гудзикової петлі; 29 – рукавна платформа; 30 – важіль підйому двигуна матеріалу [29-32].

## 4.2. Особливості датчика контролю та сигналізації обриву нитки вітчизняної швейної машини

В результаті виконання аналізу більшості з існуючих методів контролю та сигналізації обриву нитки був обраний метод, який пояснюється на рис. 4.3.

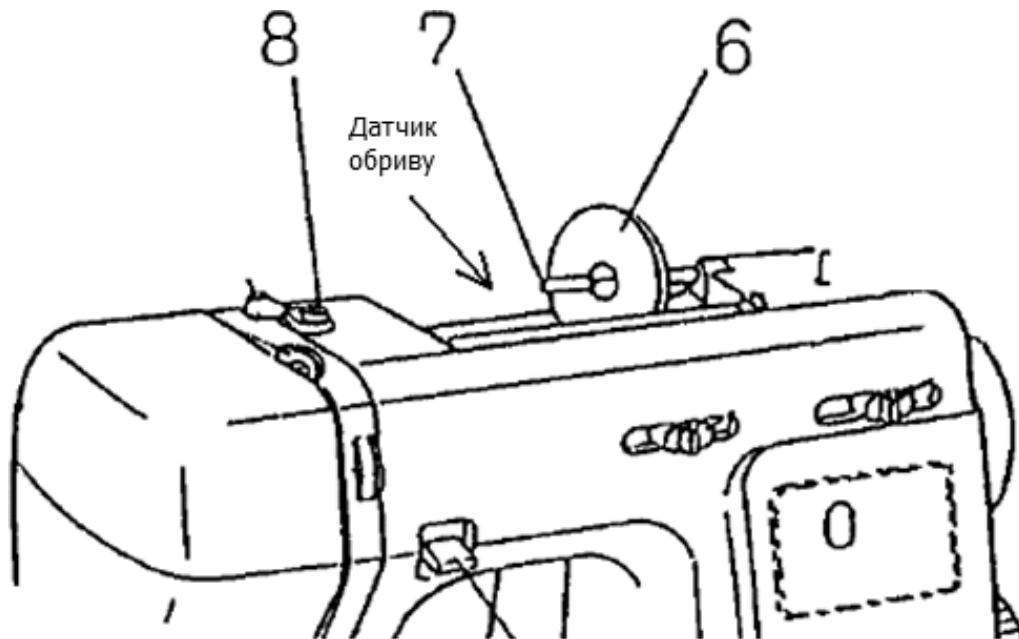


Рис. 4.3 Місце розміщення датчика контролю та сигналізації обриву нитки

Біля катушкового стрижня 7 і утримувача катушки 6 розміщується перфорований диск з отворами. Після змотування нитки з катушки, яка знаходиться на катушковому стрижні 7, і перед надходженням її до нитконапрямляча моталки 8 і далі, нитка огинає барабан перфорованого диска з отворами. При русі нитки перфорований диск, природно, починає обертатися. Обертання перфорованого диска викликає перетин його перфорованими отворами світлового потоку, який поширюється від світлодіода до фотодіода.

За частотою пульсуючого світлового потоку можна визначити, обертається диск чи ні, і відповідно дізнатися, обірвана чи ні нитка. Якщо при натиснутій педалі швейної машини імпульси не надходять, то це

говорить про те, що човникова нитка подається, а голкова нитка – ні. Тобто, швидше за все, голкова нитка обірвана.

Більш розгорнута конструкція датчика контролю та сигналізації обриву нитки показана на рис. 4.4. Датчик складається з основи 1, перфорованого диска 2 і двох допоміжних роликів 3. Нитка з котушки, яка знаходиться на катушковому стрижні, надходить на перший допоміжний ролик. Після цього вона охоплює перфорований диск і надходить на другий допоміжний ролик. Після цього вона надходить до нитконапрямляча моталки і далі.

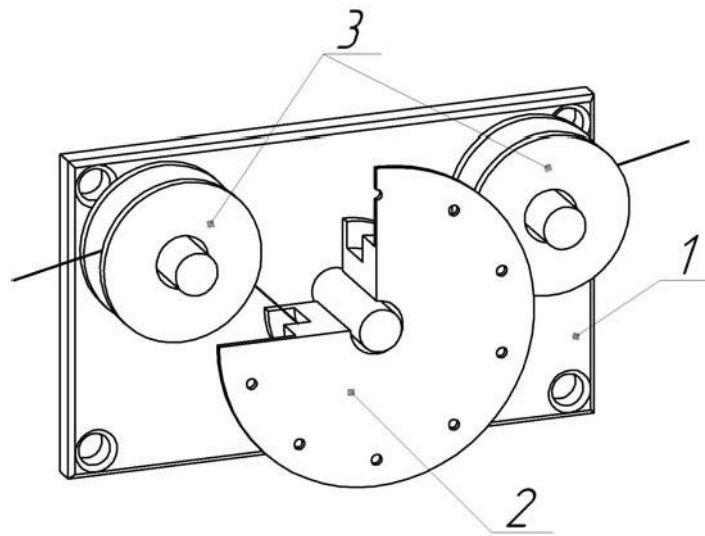


Рис. 4.4 Конструкція датчика контролю та сигналізації обриву нитки.

При цьому, коли нитка охоплює перфорований диск 2, той починає обертатися і виробляти світлові імпульси, так як отвори в ньому перекривають світловий потік.

Пристрій автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки працює наступним чином [32-34].

Світлодіод 1 випромінює світловий потік, який потрапляє в отвори перфорованого диска. Для того, щоб світлодіод випромінював, до нього підводиться невелика постійна напруга. Навіть якщо яскравість світлодіода буде змінюватися, на результаті контролю та сигналізації це ніяк не позначиться. Перфорований диск при необірваній нитці і при натиснутій педалі постійно обертається, тому на фотодіод весь час надходять імпульси.

Нехай середня швидкість руху голкової нитки на швейній машині становить 90 мм/с .

Так як перфорований диск має по колу 10 отворів, то виходить, що він виробляє 15 імпульсів.

П'ятнадцять світлових імпульсів за одну секунду (або від п'яти до двадцяти, якщо швидкість нитки змінюється – однак, не менше п'яти) говорять про те, що нитка ціла і навпаки. Відсутність світлових імпульсів говорить про те, що нитка обірвана. Таким чином, необхідно аналізувати наявність або відсутність світлових імпульсів і по ним судити, обірвана нитка чи ні. Підсилювач, наприклад, на операційному підсилювачі або на польових транзисторах, підсилює сигнал від фотодіода і перетворює його в електричні імпульси, які мають великий розмах для того, щоб їх можна було використовувати в електронній схемі для подальшої обробки. Пристрій для формування імпульсів формує з імпульсів від фотодіода імпульси з постійною тривалістю. Фільтр нижніх частот усереднює імпульсну напругу, яке утворюється після формувача імпульсів. Якщо імпульси від формувача імпульсів надходять (це буде тільки в тому випадку, якщо нитка не обірвана), то на виході фільтра нижніх частот буде постійна напруга певного рівня.

Якщо імпульси від формувача імпульсів не надходять (це буде тільки в тому випадку, якщо нитка обірвана), то на виході фільтра нижніх частот буде нульова напруга. Таким чином, порівнюючи напругу з виходу фільтра нижніх частот з опорною напругою, можна визначити, обірвана нитка чи ні. Пристрій порівняння виконує завдання порівняння напруги з виходу фільтра нижніх частот з опорною напругою. Якщо нитка обірвана, видається сигнал на сигналізацію. Якщо нитка не обірвана, сигнал на сигналізацію не видається. Сигналізація може бути світлова або звукова, або може просто видавати сигнал на зупинку швейної машини.

Сигнал від педалі, якою управляє швачка в процесі шиття, дозволяє визначити, шиє ця швачка в даний момент щось чи ні [36]. Якщо світлові імпульси від перфорованого диска не надходять і педаль натиснута, то це

говорить про те, що нитка обірвана. Якщо ж світлові імпульси від перфорованого диска не надходять і педаль відтиснута, то це говорить про те, що процес шиття всього лише не почався і нитка ціла.

Пристрій зупинки призначений для зупинки електроприводу швейної машини. Це може бути як просте відключення живлення і тоді електродвигун за інерцією зробить кілька оборотів. Або це може бути зупинка з відключенням живлення і екстремим гальмуванням – тоді електродвигун зупиняється практично миттєво.

### **4.3. Можливість використання системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на швейних машинах**

Оскільки в попередньому розділі була розроблена система автоматичного контролю та сигналізації обриву однієї нитки, то ми зможемо використовувати цю систему на приладах, у яких задіяна одна або дві нитки (одну з яких не обов'язково відслідковувати).

Що все ж таки зрозуміти, де і як ми розмістимо нашу систему, нам потрібно повернутися до рис. 4.1, та рис. 4.3. На місце системи, яка зображена на рисунку 4.4, ми інтегруємо датчик згину FLEX - 2.2. Плату, на якій розміщені формувач імпульсів, фільтр нижніх частот, пристрій порівняння та підсилювач, ми заміняємо на мікропроцесорну плату Arduino. Індикація буде розміщена між регулятор довжини стібка та регулятором ширини зигзага. Підключення плати здійснимо до джерела живлення машини, через адаптер постійного струму напругою 12 вольт.

За аналогічним алгоритмом, система може інтегруватись як і в професійні швейні машини, які використовуються на невеликих підприємствах, так і в швейні машини, які використовуються на великих швейних цехах [35]. До цього списку ми можемо віднести й інші агрегати, які займають упакованням сипучих матеріалів у мішки (заготівля комбікорму, упаковання піску, щебню, цементу).

На рис. 4.5 зображено мішок з комбікормом, який прошитий зверху швом, який швидко знімається.

На подібних підприємствах особливо важливо контролювати обрив нитки, оскільки він зможе причинити великі негативні наслідки. Мішок з комбікормом може зашитись не до кінця, що призведе до висипання продукції. Якщо ми говорим про те, що у подібні мішки також пакують мінеральні добрива, різні сипучі суміші, які при розсипанні приведуть до жахливих наслідків.



Рис. 4.5 Мішок з комбікормом , прошитий зверху





Рис 4.6. Мішкозашивальна машина, на якій можна застосувати систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.

Конструктивно, мішкозашивальна машина дуже схожа на звичайну швейну машину. Тому розмістити систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки можна в середині корпусу, перед натягувачем нитки. Індикацію ж можна вивести на бокову або верхню сторону до оператора, щоб при обриві нитки швидко інформувати його.

Систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки можна буде інтегрувати у швейні машини. Опираючись на рис. 4.7, можемо розібратись, як система може бути інтегрована у звичайну швейну машину.

Плата може бути розміщена в середині корпусу, задля запобігання її пошкодження. Індикатори можуть бути виведені з ліцевої сторони швейної машини. Нитка виходячи з катушки (6), прямує до нитконапрямляча (5), згодом до натягувача нитки(3) та приходять на датчик обриву (2), і потім на нитконапрямляч (1).

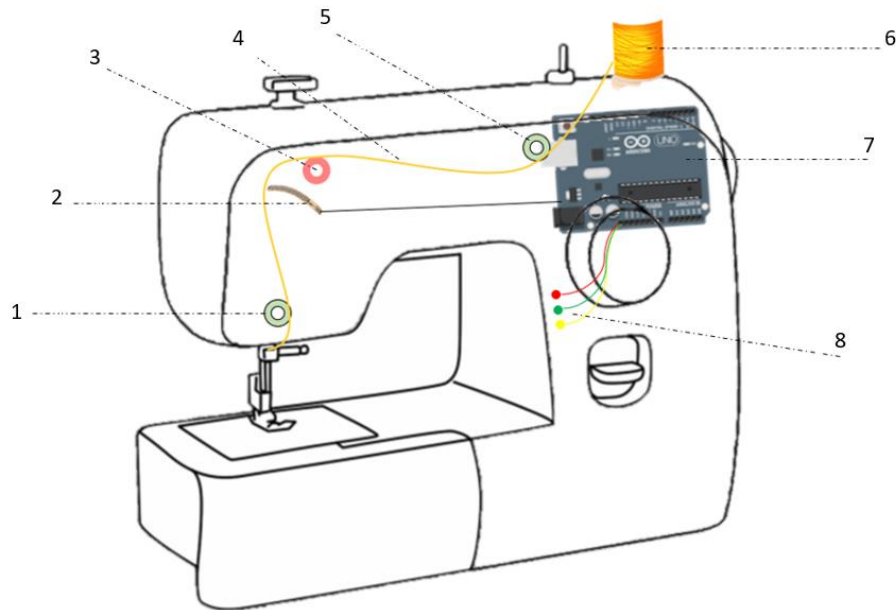


Рис. 4.7 Зображення підключення системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки до швейної машини

Умовні позначення на рис. 4.7: 1, 5 – нитконаправляч, 2 – датчик обриву Flex 2.2, 3 – натягувач нитки, 4 – нитка, 6 – катушка з ниткою, 7 – плата Arduino, 8 – індикатори сигналізації.

Наприклад, швейна машина Bruce R5(рис. 4.8) та швейна машини Bruce Q5(рис. 4.9) відрізняються за наявністю датчика обриву ниток. Але ціна сильно відрізняється, майже 5 тисяч гривень.

У цю суму оцінюють китайські інженери систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки у швейній машині. Зупинку швейної машини у разі розриву нитки можна реалізувати за допомогою реле, яке буде розривати контакт при подачі на нього 5В, що призведе до відсутності напруги на двигуні та зупинки машини.

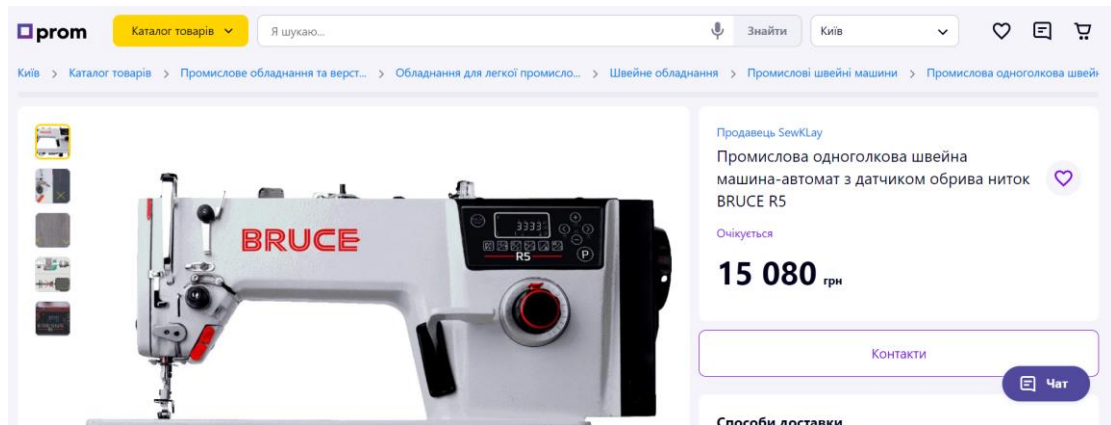


Рис. 4.8 Швейна машина Bruce R5.

BRUCE Q5, промислова швейна машина з вбудованим серводвигуном та позиціонером голки, для легких та середніх матеріалів



Рис. 4.9 Швейна машина Bruce Q5

Опираючись на описане вище, систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки можна інтегрувати у вже існуючі швейні машини. По собівартості ця система коштуватиме приблизно 500 грн (160 грн - мікропроцесорна плата Arduino (рис. 4.10), 336 грн - датчик згину Flex 2.2 (рис. 4.11)).



**Arduino UNO R3 CH340G**

★★★★★ (6 отзывов клиентов)

160.00грн

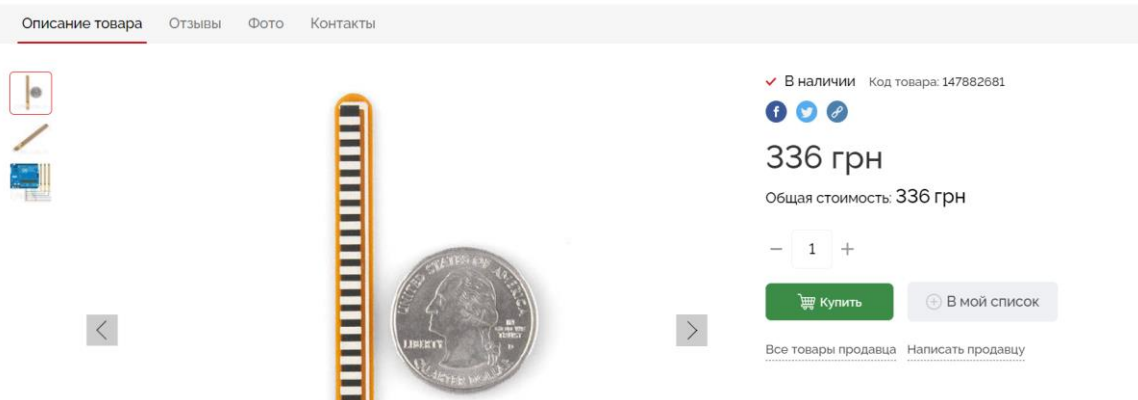
В наличии

1 [В корзину](#)

Артикул: 1000022 Категория: Arduino Метки: CH340G, UNO

Рис. 4.10 Вартість мікропроцесорної плати Arduino UNO R3.

### Резистивный датчик изгиба flex sensor 2.2"



Описание товара Отзывы Фото Контакты

✓ В наличии Код товара: 147882681

f t in

**336 грн**

Общая стоимость: 336 грн

- 1 +

[Купить](#) [В мой список](#)

[Все товары продавца](#) [Написать продавцу](#)

Рис. 4.11 Вартість датчику згину FLEX sensor 2.2.

#### 4.4.Можливість використання автоматичної системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на промислових станках

Опираючись на модель системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, яку ми змодельювали в попередніх розділах, ми бачимо, що кількість датчиків які одночасно може бути підключено до макетної плати Arduino сягає шести штук.

А це значить, що контролювати однією платою Arduino можна натяг шести ниток.

Візьмем до прикладу промислову машину для намотування ниток, у якій використовується в середньому від 2 до 4 ниток.



Рис. 4.12 Промислова машина для намотування ниток

На рис. 4.12 зображена промислова машина для намотування ниток. Вона потрібна для того, щоб великі, важкі рулони з нитками, перетворювати на невеликі за розміром і зручні у повсякденному використанні для швей на швейних підприємствах [37].

Якість натягу важлива при намотуванні, оскільки при слабкому натязі нитка буде попущена і не буде щільно прилягати, що може призвести до розмотування і запутування ниток між собою. Також слабкий натяг поганий тим, що кількість нитки намотаної на рулон, буде менша [38].

Систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки можна розмістити перед направляючими головками, які безпосередньо розміщені на рухомій рейці, які правильно вкладають нитку у рулон.

Індикацію у вигляді трьох світлодіодів можна вивести на пульт керування.



Рис. 4.13 Професійний станок для оверлоку.

На рисунку 4.13 проілюстровано професійний 4-нитковий промисловий станок для оверлоку. Забираючи з голкотримача одну голку, станок виконує 3-

нитковий шов. На такій промисловій машині швачки зможуть на великій швидкості дуже якісно обшивати краї виробів з таких тканин, як рибан, кашкорсе, супрем та інших легких, середніх та середньо-важких трикотажних тканин. Оригінальний високошвидкісний оверлок iSEW D7 обробляє краї, одночасно обрізаючи їх, швейних виробів з бавовняних та синтетичних тканин, шовкових, вовняних, лляних та трикотажних полотен [37].

При розробці ткацького обладнання основні зусилля конструкторів направлені на зменшення простоїв по технологічних і механічних причинах.

Використання нових матеріалів (композитів) забезпечує високі швидкісні параметри і зниження рівня вібрації і шуму ткацького станка, що створює більший комфорт робочого середовища для оператора станка [38].

На панчішно-шкарпеткових станках(рис. 4.14) також можливе застосування розробленої системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.

Невелика кількість ниток( приблизно 10), дозволить нашій системі контролювати їх натяг та сигналізувати у разі неправильного натягу або обриву нитки.

Станки для виробництва нитки з люрексом(рис. 4.15), або іншими компонентами також можуть бути удосконаленні системою контролю та сигналізації обриву на базі Arduino.



Рис. 4.14 Панчішно-шкарпетковий станок.

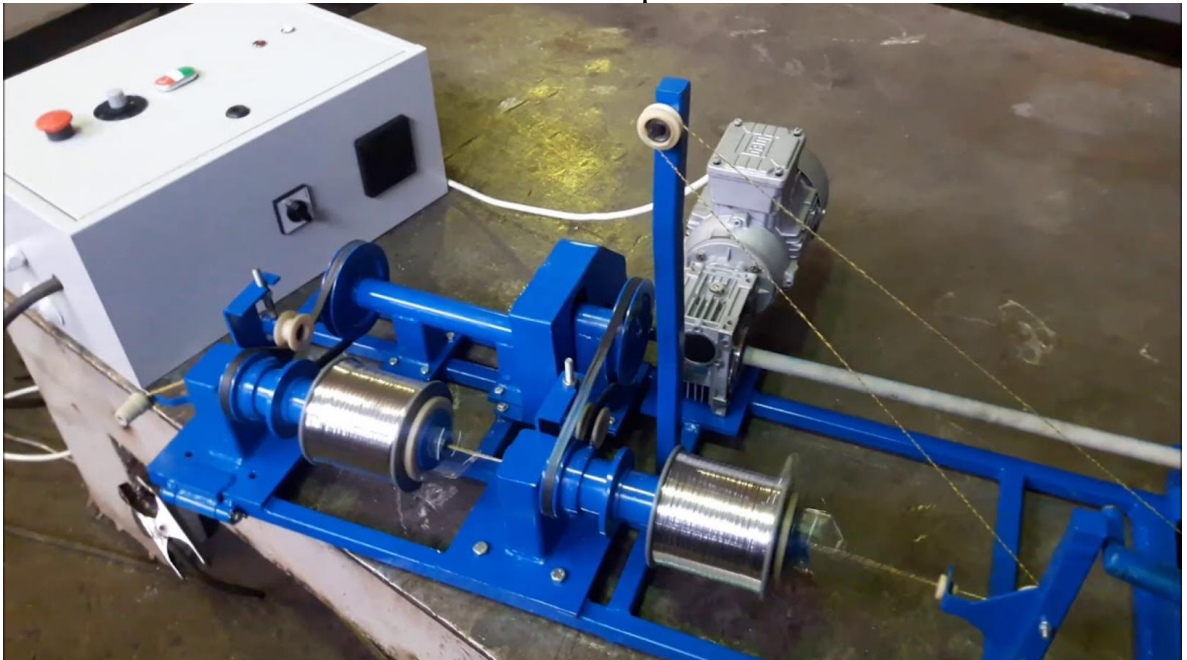


Рис. 4 .15 Станок для виробництва нитки з люрексом



Також показану систему автоматичного контролю і сигналізації обриву нитки ми можемо використовувати і на інших багатониткових станках [39], такі як:

- основов'язальні машини;
- ткацькі станки;
- станки для в'язання круглих ниток та канатів.

На більшості з них, ми можемо використовувати систему автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки реалізовану на мікропроцесорній платі Arduino.

## **Висновки до розділу 4**

- 1) Було розглянуто можливість встановлення системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на підприємстві.
- 2) Оцінено різницю вартості заводського виконання системи, та її виконання за допомогою мікропроцесорної плати Arduino.
- 3) Проведено аналіз структури швейної машини для майбутнього інтегрування системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.
- 4) На прикладі швейної машини було реалізовано теоретичне інтегрування системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. Проаналізовано причини, за яких здійснюється розрив нитки.
2. В результаті проведення аналізу сучасних методів фіксації обриву нитки, було обрано датчик, для побудови моделі системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки, який базується на методі тензометрії.
3. Розроблено алгоритм, при якому здійснюється сигналізація натягу та обриву нитки. Були визначені зони, при яких буде спрацьовувати сигналізація при неправильному натязі та при розриві нитки.
4. Розроблена модель, яка може контролювати якість натягу та відсутність розриву відразу б ниток, та сповіщати оператора у разі виникнення проблеми хоча б на одній з ниток.
5. Розглянуто варіанти інтегрування розробленої моделі системи автоматичного контролю та сигналізації обриву нитки на апаратному забезпеченні, що використовують підприємства легкої промисловості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виробництво, якість і конкурентоздатність продукції [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступа:  
[http://4ua.co.ua/manufacture/qa3ac69b4c43a89521206c26\\_0.html](http://4ua.co.ua/manufacture/qa3ac69b4c43a89521206c26_0.html)
2. Показники якості продукції [Електронний ресурс] – 2020. – Режим доступа: [http://8ref.com/11/referat\\_119001.html](http://8ref.com/11/referat_119001.html)
3. Ікс Медіа: Від інтернету людей - до інтернету речей, [2013] – Режим доступу: <http://www.iksmmedia.ru/articles/4926341-Otinterneta-lyudej-k-internetu-ves.html>.
4. Електронний навчальний посібник [Електронний ресурс] – 2019. – Режим доступа: <http://mehovschic.ptu.org.ua/html/page35.html>
5. Пристрій для автоматичної зупинки основов'язальної машини в разі обриву нитки/ Полонський В. А., Дроменко, В. Б., Чефранов, В. П. ; [Електронний ресурс] – 2012. – Режим доступа:  
<https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/2869>
6. Часті причини несправностей швейних машин [Електронний ресурс] – 2019. – Режим доступа: <https://spool.com.ua/ua/chastye-prichiny-polomok-shveynyh-mashin-i-ih-ustranenie>
7. Причини неполадок швейних машин. [Електронний ресурс] – 2017. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7268957/page:21>
8. Офіційна документація проекту Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.arduino.ru.A>
9. Швейні машини спеціального призначення [Електронний ресурс] – 2017. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7268957/page:17/#37>
10. Tread Break Sensor[Електронний ресурс] – Режим доступа:  
<https://gammill.com/kb/thread-break-sensor/?v=fa868488740a>
11. Юревич Е. И. Основы робототехники [Текст] / Е. И. Юревич. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 217 с.

12. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только. Книга + виртуальный диск / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 128 с.
13. Офіційний сайт Atmel [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>
14. Документация для микроконтроллера ArduinoUno. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>  
Васильев, А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений / А.Е. Васильев. - СПб.: ВHV, 2012. - 273 с.
15. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петин. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 213-243 с
16. Матеріали з сайту «Паяльник». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geektimes.ru/>.
17. Особенности и принцип действия тензометрических датчиков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elquanta.ru/novoe/tenzodatcik.html>
18. Бачинин А. Основы тензометрических датчиков : Учебно – методическое пособие к образовательному набору по микроэлектронике «Амперка» / А. Бачинин // образовательный робототехнический модуль, под редакцией Сергея Косаченко — М.: Издательство «Экзамен», 2017. — 12 - 48 с.
19. Конфигурация тензорезисторов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://veda.com.ua/catalogue/tenzorezistory>
20. Основы тензорезистора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/74226>
21. Пилипенко Ю.М. Конспект лекцій з дисципліни «Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації» — Київ. : КНУТД, 2021. — 4-67 с
22. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В.Е. Бербюк. - М.: Наукова думка, 2014. – 112-168 с

23. Энциклопедия электроники. [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/74226>
24. Библиотека электро ресурсов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myspares.com.ua/>
25. Саттер Герб Новые сложные задачи на плате Ардуино / Саттер Герб - Вильямс, 2017г –230-231 с.
26. База электроники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elbase.ru/>
27. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino [Текст] // У. Соммер. — СПб.: БХВ — Петербург, 2012. — 111-124 с.
28. Петин В. А., Биняковский А. А., Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А Биняковский - изд. ДМК-Пресс, 2017 г.стр.152-163.
29. JUKI Mind & Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.juki.co.jp/index\\_e.html](http://www.juki.co.jp/index_e.html)
30. Справочник по швейному оборудованию / [Зак И.С., Горохов И.К., Воронин Е.И. и др.]. – М.: Легкая индустрия, 2016. - 271с.
31. Першина Л.Ф. Технология швейного производства. - [3-е изд., перераб. и доп.]. / Першина Л.Ф., Петрова С.В. – М.: Легпромбытиздат, 2006. – 416 с.
32. Баженов В.И. Материалы для швейных изделий: [Учебник для сред. спец. учеб. заведений] / Владимир Иванович Баженов. - [3-е изд. испр. и доп.]. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 2013. – 312 с.
33. Перерва, П.Г. Моніторинг інноваційної діяльності: інтерпретація результатів / П.Г. Перерва, І.В. Гладенко // Маркетинг і менеджмент інновацій. — 2010. — №2. — С.108- 116.
34. Промислові вишивальні машини. [Электронный ресурс] – 2021. – Режим доступа: <https://overlock.com.ua/category/vyshivalnye-mashiny/>
35. Пищиков В.О. Проектування швейних машин / В.О. Пищиков, Б.В. Орловський. – К. : Видавничо-поліграфічний дім Формат, 2007. – 112 с.

36. Червяков Ф.И., Сумаков Н.В. Швейные машины. – М.: «Машиностроение», 1968. – 185 с
37. . Русаков С.И. Оборудование швейных предприятий. – М.: «Легкая индустрия», 1969. – 213-217 с
38. Пищиков В.А. Машины, Машины-автоматы и автоматические линии легкой промышленности (швейное производство). – К.: КТИЛП, 1982. – 118 с.
39. Шефер В.А., Флерова Л.Н. Оборудование трикотажно-швейного производства. – Л.: «Легкая индустрия», 1966. – 384 с.

## ДОДАТОК А

```

//даємо ім'я пінам, пін під номером 2 буде мати назву yellow, під номером 3 -
green, та під номером 4-red
#define yellow 2
#define green 3
#define red 4
int f;// тип даних :цілі додатні числа
void setup()
{
  pinMode(yellow,OUTPUT); //пін з жовтим світлодіодом- вихід
  pinMode(green,OUTPUT); //пін з зеленим світлодіодом- вихід
  pinMode(red,OUTPUT); //пін з червоним світлодіодом- вихід
  Serial.begin(9600); //ініціюємо послідовне підключення і задаємо швидкість
  передачі даних 9600 біт\с
}
void loop();//початок циклу
{
  f=analogRead(0); // зчитуєм данні з входу 0
  Serial.println(f);//дані на екрані
  if(f>=261) // якщо значення більше або рівне 261
  {

    digitalWrite(green,LOW); //зелений світлодіод вимкнений
    digitalWrite(yellow,LOW); //жовтий світлодіод вимкнений
    digitalWrite(red,HIGH); //вмикаємо тільки червоний світлодіод

  }
  else if(((f<261)&&(f>188))or (f<110))//якщо значення у проміжку від 188 до
261 або менше ніж 110
  {
    digitalWrite(green,LOW); //зелений світлодіод вимкнений
    digitalWrite(yellow,HIGH); //вмикаємо тільки жовтий світлодіод
    digitalWrite(red,LOW); // червоний світлодіод вимкнтий
  }

else //у всіх інших випадках
  {
    digitalWrite(red,LOW); //червоний світлодіод вимкнтий
    digitalWrite(yellow,LOW); //жовтий світлодіод вимкнений
    digitalWrite(green,HIGH); //вмикаємо тільки зелений
  }
}

```



```

    delay(50);
}

```

## ДОДАТОК Б

```

//даємо ім'я пінам, пін під номером 2 буде мати назву yellow, під номером 3 -
green, та під номером 4-red
#define yellow 2
#define green 3
#define red 4
unsigned int f;// тип даних :цілі додатні числа
unsigned int a ;
unsigned int b ;
unsigned int c ;
unsigned int d ;
unsigned int e ;

void setup()
{
    pinMode(yellow,OUTPUT); //пін з жовтим світлодіодом- вихід
    pinMode(green,OUTPUT); //пін з зеленим світлодіодом- вихід
    pinMode(red,OUTPUT); //пін з червоним світлодіодом- вихід
    Serial.begin(9600); //ініціюємо послідовне підключення і задаємо швидкість
    передачі даних 9600 біт\с
}
void loop();//початок циклу
{
    f=analogRead(0); // зчитуєм данні з входу 0
    Serial.println(f);//дані на екрані
    a=analogRead(1); // зчитуєм данні з входу 1
    Serial.println(a);//дані на екрані
    b=analogRead(2); // зчитуєм данні з входу 2
    Serial.println(b);//дані на екрані
    c=analogRead(3); // зчитуєм данні з входу 3
    Serial.println(c);//дані на екрані
    d=analogRead(4); // зчитуєм данні з входу 4
    Serial.println(d);//дані на екрані
    e=analogRead(5); // зчитуєм данні з входу 5
    Serial.println(e);//дані на екрані

    if((f>=261)or(a>=261)or(b>=261)or(c>=261)or(d>=261)or(e>=261)) //
    якщо значення більше ніж 261
    {

```

```

digitalWrite(green,LOW); //зелений світлодіод вимкнений
digitalWrite(yellow,LOW); //жовтий світлодіод вимкнений
digitalWrite(red,HIGH); //вмикаємо тільки червоний світлодіод

}
else if((((f<261)&&(f>188))or (f<110))or(((a<261)&&(a>188))or
(a<110))or(((b<261)&&(b>188))or (b<110))or(((c<261)&&(c>188))or
(c<110))or(((d<261)&&(d>188))or (d<110))or(((e<261)&&(e>188))or (e<110)))
{

digitalWrite(green,LOW); //зелений світлодіод вимкнений
digitalWrite(yellow,HIGH); //вмикаємо тільки жовтий світлодіод
digitalWrite(red,LOW); // червоний світлодіод вимкнутий

}

else //у всіх інших випадках
{

digitalWrite(red,LOW); //червоний світлодіод вимкнутий
digitalWrite(yellow,LOW); //жовтий світлодіод вимкнений
digitalWrite(green,HIGH); //вмикаємо тільки зелений

}

delay(50);
}

```